



300617
UNIVERSIDAD LA SALLE 2

ESCUELA DE INGENIERÍA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"RED DE COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS
BASADA EN FRAME RELAY PARA HOTELES
CAMINO REAL"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
PRESENTA
SERGIO GARCÍA ESCALERA

ASESOR DE TESIS
ING. JOSÉ ANTONIO TORRES HERNÁNDEZ

MÉXICO, D. F.

2000
282187



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.



UNIVERSIDAD LA SALLE

Al Pasante Señor:

Sergio García Escalera

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a Usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección, propuso como Asesor de Tesis el Ing. José Antonio Torres Hernández, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista con área principal en Ingeniería Electrónica.

**“RED DE COMUNICACIONES DE VOZ Y DATOS BASADA
EN FRAME RELAY PARA HOTELES CAMINO REAL”**

con el siguiente índice:

CAPITULO I	INTRODUCCION
CAPITULO II	TEORIA GENERAL PARA UNA RED DE COMUNICACIONES
CAPITULO III	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
CAPITULO IV	SOLUCION DE LA PROBLEMÁTICA
	ESTUDIO ECONOMICO Y FASES DE INTEGRACION
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFÍA
	GLOSARIO

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

ATENTAMENTE
“INDIVISA MANENT”
ESCUELA DE INGENIERIA
México, D.F., a 29de marzo de 2000.

ING. JOSE ANTONIO TORRES HERNANDEZ
ASESOR DE TESIS

ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVAIS
DIRECTOR

*El presente trabajo esta dedicado a Sergio Alejandro
que siempre esta en mi corazón.*

*Agradezco a mi esposa Jeanett y a mi hija Valeria por ser mi fuente de inspiración,
a mis padres, hermanos y amigos por su apoyo constante,
a Hoteles Camino Real por las facilidades brindadas
y a este gran país que es México.*

ÍNDICE

Introducción		vii
Antecedentes		ix
Capítulo 1	Teoría general para una red de comunicaciones	1
	1.1 Transmisión analógica	1
	1.2 Transmisión digital	3
	1.3 Técnicas básicas de multiplexación	4
	1.4 Organismos de estandarización	6
	1.4.1 Arquitectura del modelo de referencia OSI	8
	1.5 Conmutador telefónico privado (PBX)	11
	1.6 Red de acceso	12
	1.7 Señalización	13
	1.7.1 Señalización de abonado	14
	1.7.2 Señalización entre centrales	14
	1.8 Interfaces análogas	16
	1.9 Redes inteligentes	19
	1.10 Conmutación	20
	1.11 Protocolo de comunicaciones <i>Frame Relay</i>	21
	1.11.1 Descripción del funcionamiento de <i>Frame Relay</i>	22
	1.11.2 Integración de voz sobre <i>Frame Relay</i>	26
	1.11.3 Integración de fax sobre <i>Frame Relay</i>	31
	1.12 Medios de transmisión	32
	1.12.1 Par de alambres de cobre	32
	1.12.2 Cable coaxial	33
	1.12.3 Microondas	35
	1.12.4 Fibras ópticas	39

	1.13 Consideraciones de tráfico telefónico	47
Capítulo 2	Planteamiento del problema	50
	2.1 Funcionamiento de la red actual de comunicaciones	50
	2.2 Planteamiento de las necesidades	55
	2.2.1 Descripción de las aplicaciones	56
	2.3 Justificación del proyecto	57
	2.4 Tráfico de voz	58
	2.4.1 Tráfico para hoteles	60
	2.4.2 Tráfico para las Oficinas Corporativas	62
	2.4.3 Cálculo de troncales	63
	2.5 Tráfico de datos	69
	2.6 Vida útil de la nueva red de comunicaciones	72
Capítulo 3	Solución de la problemática	73
	3.1 Alternativas de solución para la nueva red de comunicaciones	74
	3.2 Descripción de la primera alternativa (red privada <i>Frame Relay</i>)	75
	3.2.1 Estructura general del servicio propuesto	76
	3.2.2 Diseño de una red privada <i>Frame Relay</i>	81
	3.2.3 Consideraciones especiales de diseño	85
	3.2.4 Beneficios	87
	3.3 Descripción de la segunda alternativa (red pública <i>Frame Relay</i>)	87
	3.3.1 Estructura general del servicio propuesto	88
	3.3.2 Diseño de una red pública <i>Frame Relay</i>	95
	3.3.3 Consideraciones especiales de diseño	99
	3.3.4 Beneficios	99
Capítulo 4	Estudio económico y fases de integración	102
	4.1 Estudio económico	102
	4.1.1 Costo de la primera alternativa (red privada <i>Frame Relay</i>)	103
	4.1.2 Costo de la segunda alternativa (red pública <i>Frame Relay</i>)	117
	4.1.3 Costo de la red actual	120
	4.1.4 Comparativo de costos	121
	4.2 Resultado del estudio económico	123

4.3	Fases de integración	124
4.3.1	Primera fase	124
4.3.2	Segunda fase	125
4.3.3	Tercera fase	126
4.4	Marcación	127
4.5	Ventajas de la nueva red de comunicaciones	128
Conclusiones		129
Bibliografía		132
Glosario		135

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas requieren de una amplia gama de comunicaciones que permitan distribuir la información con rapidez, eficiencia y seguridad a menor costo, y que ofrezcan mejores alternativas que los sistemas convencionales utilizados. La información se ha convertido en todos los ámbitos de la actividad humana en un recurso de alto valor.

Las redes de comunicaciones han sufrido vertiginosos cambios desde su origen. En los sesentas la comunicación de voz fue la principal causa del desarrollo de nuevas tecnologías, los equipos de transporte y conmutación estaban diseñados para el manejo de señales analógicas y las empresas utilizaban al teléfono como principal medio de comunicación. Posteriormente en los setentas aparecen nuevos equipos como las terminales, minicomputadores y conmutadores telefónicos, en el transporte se utiliza la tecnología PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona; *Plesiochronous Digital Hierarchy*) desarrollada principalmente para la transmisión de voz. Fue hasta los ochentas cuando aparecen las PC's (Computadoras Personales; *Personal Computers*) y las redes LAN (Red de Area Local; *Local Area Network*), las centrales telefónicas se digitalizan y aparecen las redes de conmutación de paquetes X.25, en el transporte aumentan las velocidades de las señales digitales E2, E3 y E4 y surgen las fibras ópticas. Actualmente en los noventas existe una amplia diversidad de equipos terminales y servicios, aparecen las comunicaciones móviles, las centrales telefónicas ofrecen servicios inteligentes SS7 (Sistema de Señalización Número 7; *Signaling System Number 7*), en el transporte las fibras ópticas se consolidan, se pasa de la tecnología PDH a la SDH (Jerarquía Digital Sincrónica; *Synchronous Digital Hierarchy*) y las tecnologías de conmutación se desarrollan principalmente para el manejo de datos como *Frame Relay* (Conmutación rápida de paquetes), *Internet*, etc.

Es ahora cuando surge la necesidad de integrar tráfico de velocidad constante (voz) en redes desarrolladas para el manejo de tráfico de velocidad variable (datos). Los elementos que forman una red de comunicaciones tienden a converger, las empresas de comunicaciones buscan cubrir

una amplia gama de servicios con una amplia cobertura geográfica para satisfacer las necesidades de sus clientes y crean alianzas que les permitan ser más competitivos.

A corto plazo, los equipos en las empresas y hogares, deberán tener facilidades para manejar voz, datos, video e imagen, las redes serán 100 % digitales y existirán múltiples opciones de acceso como microondas, cobre, coaxial, fibra óptica, satélites, etc., las centrales de conmutación podrán manejar tráfico multimedia con diferentes clases de servicios (la solución podría ser *ATM* (Modo de Transferencia Asíncrono; *Asynchronous Transfer Mode*) o *Gigabit Ethernet*), en el transporte se utilizarán redes ópticas HDWDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda de Alta Densidad; *High Dense Wavelength Division Multiplexing*) y redes satelitales con enlaces intersatelitales con láseres.

Las sociedades cambian su forma de vivir y de pensar, las empresas de cualquier ramo siguen ese cambio en la evolución generada por el rápido avance tecnológico. Sin embargo, existen varias opciones que deben ser analizadas para encontrar la mejor alternativa que cubra las necesidades actuales y a mediano plazo, la principal función de los ingenieros en comunicaciones es encontrar una solución adecuada a las necesidades de las empresas, considerando que el aspecto técnico no es el único factor en el diseño de un proyecto de comunicaciones, también deben ser considerados los recursos económicos, humanos y funcionales, agregando una visión de cuales serán las tendencias a mediano plazo en el manejo de la información.

La finalidad de esta tesis será la de encontrar una alternativa adecuada, que permita a una empresa del sector turismo (*Hoteles Camino Real*) sustituir su red actual de comunicaciones por una nueva red con capacidad de manejar diferentes tipos de tráfico, como voz/fax y datos, haciendo una descripción de los elementos que intervienen para integrar el tráfico de voz, sobre redes diseñadas para la comunicación de datos y los beneficios que esto representa.

Este trabajo muestra una metodología de análisis que coadyuva a una toma de decisión, haciendo una descripción de los factores que intervienen en el diseño, considerando que existen varias alternativas que en un principio serán atractivas. Sin embargo, pudieran no dar los resultados esperados, por lo que se realizará un análisis comparativo que permita concluir el resultado más adecuado para esta empresa.

La presente tesis recoge una amplia gama de ideas y detalles con la finalidad de que puedan servir en la toma de decisión, además de servir como instrumento de enseñanza o manual práctico de referencia para quienes trabajan y participan en el mundo de las comunicaciones.

ANTECEDENTES

Actualmente *Hoteles Camino Real* cuenta con una infraestructura de comunicaciones para datos, la cual nació de la necesidad de satisfacer el tráfico de información entre los diferentes hoteles generado por el sistema nacional de reservaciones *Starfact* que esta ubicado en las *Oficinas Corporativas* en un minicomputador AS400, este sistema es consultado por los diferentes departamentos de reservaciones de cada uno de los hoteles de la cadena.

Adicionalmente y por medio de los convenios firmados con una empresa en Estados Unidos, se tiene presencia en todos los sistemas de reservaciones internacionales de las diferentes líneas aéreas, así como las agencias de viajes más importantes del mundo, esto arroja una presencia de más de 500,000 terminales. Bajo este esquema el huésped de las principales ciudades puede realizar una reservación para cualquier hotel *Camino Real* quedando inmediatamente confirmada su estancia.

En los últimos años han surgido nuevas aplicaciones y bases de datos que requieren ser consultadas por usuarios de *Hoteles Camino Real* en otras localidades, por lo que se han creado mecanismos para compartir recursos, los cuales han generado un alto costo de operación por transferencia de información, llamadas de larga distancia de voz y fax, mensajería, viajes de los empleados y recursos humanos.

El tiempo empleado en alguna transacción de datos, puede llevar algunas horas y en el peor de los casos días para que la información pueda ser recibida en el otro extremo. En ocasiones se utilizan herramientas como la red pública *Internet* y enlaces vía módem. Sin embargo, no tienen el grado de servicio requerido para las nuevas aplicaciones, ya que se requiere de conexiones en línea y facilidades para transportar altos volúmenes de información, causando en ocasiones problemas de operación.

En referencia a las llamadas de larga distancia estas son generadas por los empleados de *Hoteles Camino Real* a través de la red telefónica pública y corresponden al 40 % del total de gastos para las *Oficinas Corporativas* y a un 15 % en los hoteles.

Actualmente la red de comunicaciones de *Hoteles Camino Real*, esta dividida en dos esquemas, el primero esta formado por enlaces satelitales a velocidades de 9.6 Kbps cada uno y con protocolo de comunicaciones X.25, esta red da servicio de reservaciones a siete hoteles de la cadena. Sin embargo, no puede satisfacer las necesidades actuales de transmisión de voz y datos debido a su limitante en el ancho de banda y al protocolo que maneja.

El segundo esquema solamente da servicio a tres hoteles por medio de enlaces privados a una velocidad de 64 Kbps y con multiplexores para tráfico de voz y datos que utilizan un protocolo de comunicaciones propietario. Estos hoteles cuentan con servicios reservaciones y utilizan los enlaces privados para llamadas telefónicas entre oficinas. Esta infraestructura fue instalada recientemente, pero no cuenta con comunicación con el resto de los hoteles.

Existen cinco hoteles que no tienen infraestructura de comunicaciones, por lo que tienen que usar el fax como soporte a la red de reservaciones, mediante un sistema conocido como *FaxStar*. Debido a que las reservaciones son enviadas por fax, estas tienen que ser capturadas en forma manual en el sistema del hotel generando un alto nivel de operación para el personal de reservaciones.

TEORÍA GENERAL PARA UNA RED DE COMUNICACIONES

En este capítulo se tratan aspectos generales relacionados al campo de las comunicaciones. Se describen los principios de multiplexación en sistemas de comunicación digital, mencionando los organismos de estandarización y los niveles del modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos; *Open Systems Interconnection*); haciendo referencia a los elementos que integran una red de comunicaciones, además se describe a *Frame Relay* como una tecnología que permite la optimización de los recursos del ancho de banda de la red y se da una explicación de los medios de transmisión más utilizados.

El objetivo primordial consiste en dar la entrada a los conceptos teóricos necesarios para la elaboración de una red de comunicaciones de voz y datos, así como la explicación de los principios básicos que aplican en el diseño de una red de comunicaciones.

1.1 TRANSMISIÓN ANALÓGICA

Las notas producidas por instrumentos musicales contienen frecuencias que se encuentran entre los 50 Hertz o menos hasta instrumentos que exceden los 15,000 Hertz.

El oído humano puede distinguir frecuencias entre 30 a 16,500 Hertz. El promedio del rango de voz humana está entre 200 y 5,000 Hertz. Los circuitos telefónicos operan sobre un rango de frecuencias de 300 a 3,400 Hertz. Esto es suficiente para que la voz de una persona sea reconocida y entendida.

El teléfono común, tal como se conoce hoy en día, es un aparato que se conecta al mundo exterior mediante un par de alambres. Consiste de un microteléfono y su base con un dispositivo de señalización que incluye un disco para marcar o un teclado. El microteléfono contiene dos

transductores electroacústicos, el audífono o receptor y el micrófono o transmisor. Contiene también un circuito de efecto local que permite retroalimentar hacia el receptor parte de la energía que se transmite (ver figura 1.1).

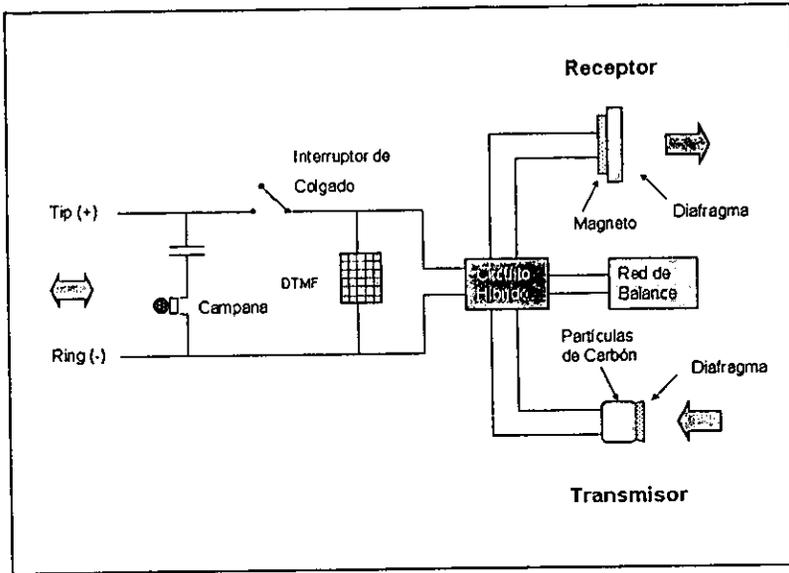


Figura 1.1 El aparato telefónico

El micrófono convierte energía acústica en energía eléctrica mediante un transmisor con gránulos de carbón. Dicho transmisor requiere una diferencia de potencial del orden de 3 a 5 Volts de corriente directa a través de sus electrodos. A esto se le llama "alimentación de voz" y en los sistemas telefónicos de hoy en día, se suministra por la línea (batería central) desde el centro de conmutación. La corriente de la batería fluye a través de los gránulos de carbón una vez que se descuelga el microteléfono. Cuando el sonido incide en el diafragma del transmisor, las variaciones en la presión del aire se transfieren al carbón y la resistencia al flujo eléctrico de los gránulos cambia en proporción a la presión. El resultado es una corriente directa pulsante.

El receptor típico consiste de un diafragma de material magnético, generalmente una aleación de hierro dulce, colocado en un campo magnético, que se compone de una parte constante que proviene de un imán permanente y de una parte variable generada por la corriente de voz que

fluye a través de los embobinados. Dichas corrientes de voz son de naturaleza alterna y se originan en el transmisor telefónico del extremo remoto. Estas corrientes causan que aumente y disminuya alternativamente el campo magnético en el receptor provocando que el diafragma se mueva en respuesta a estas variaciones. De esta manera, se establece una onda de presión acústica, reproduciéndose, en forma muy aproximada a la onda de sonido que originalmente incidió sobre el transmisor lejano. Desde el punto de vista de conversor de energía eléctrica a acústica, el receptor telefónico tiene una eficiencia relativamente baja, del orden de 2 a 3%.

Se entiende por efecto local al hecho de que la persona que transmite escucha su propia voz en su mismo receptor. El nivel de este efecto se debe controlar. Cuando éste es alto, la relación natural humana hace que la persona baje la voz. Así que, se pueden regular, los niveles de quien transmite. Si se retroalimenta demasiado nivel al receptor, se reduce el nivel de salida del transmisor como resultado de la disminución del nivel de voz de la persona, reduciéndose de este modo el nivel (volumen de voz) en el receptor distante; por lo tanto, se deteriora la operación del sistema.

1.2 TRANSMISIÓN DIGITAL

Se debe enfatizar que la introducción de la tecnología digital dentro de la red telefónica ha sido motivada por el deseo de incrementar la calidad, sumar nuevas facilidades y reducir el costo de los servicios convencionales de voz. La digitalización de la red no provino de la necesidad de la industria de procesamiento de datos para mejorar los servicios de transmisión de datos. En realidad, la mayoría de la tecnología digital introducida en la red fue inicialmente inaccesible al tráfico de datos, excepto a través de canales analógicos. De cualquier forma, una red digital es un ambiente natural para la comunicación de servicios de datos. Entre más se digitalice la red, existirá más soporte y habrá más facilidades para aplicaciones de datos. Sin embargo, se requiere que las facilidades de ISDN (Red Digital de Servicios Integrados; *Integrated Services Data Network*) estén disponibles de punta a punta, para que los canales digitales puedan ser utilizados para transmitir, voz y datos al mismo tiempo.

La información analógica como la voz humana, necesita ser transmitida sobre un canal digital en ocasiones especiales como las mencionadas anteriormente. El rango de transmisión de datos (bits por segundo) requerido, depende del rango de frecuencias de la señal analógica, así como del número de diferentes niveles de amplitud producidos, por lo que señales como música de alta fidelidad y video, requieren de un rango más alto de transmisión del que requiere una conversación telefónica.

En cualquier sistema de transmisión la señal recibida difiere de la señal transmitida debido al ruido impulsivo, diafonía, intermodulación, ruido térmico, etc. En transmisión analógica la distorsión una vez introducida, no puede ser eliminada y el contenido de la información se degrada. En transmisión digital, la degradación de la señal recibida por el sistema transmisor no altera el contenido de la información hasta que la degradación se vuelve tan excesiva que el equipo receptor detecta un pulso que no es pulso o viceversa, pero la señal puede ser regenerada antes de que se vuelva excesiva. Un repetidor digital lee esta señal de entrada, extrae la información y la usa para generar una nueva señal de salida. La pérdida, ruido, interferencia y distorsión de la sección transmitida es completamente eliminada. Con repetidores no hay límites en la distancia de transmisión. En contraste, los repetidores analógicos no son regenerativos y la señal de salida contiene toda la degradación acumulada de la señal de entrada. Existen dos tipos de tráfico en comunicaciones digitales, como se muestra en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1 Diferentes tipos de tráfico

	Velocidad constante	Velocidad variable
Ejemplo	Voz y video	Datos e imagen
Alta sensibilidad a los errores	No	Si
Alta sensibilidad al retardo	Si	No

1.3 TÉCNICAS BÁSICAS DE MULTIPLEXACIÓN

Así como la red telefónica ha crecido y el tráfico se ha incrementado, han sido necesarios circuitos adicionales para contrarrestar el crecimiento. Sin embargo, existe un límite físico para el número de cables que podrían ser canalizados en ductos. Por lo que se vuelve necesario que más de un circuito de voz deberá ser llevado sobre la misma facilidad al mismo tiempo. Como resultado, fue desarrollada una técnica, la cual es llamada transmisión de portadora. Esta técnica permite a la frecuencia original de voz (300 a 3,400 Hertz) ser trasladada a una frecuencia más alta por un proceso llamado multiplexación. Esto permite que un número de canales de voz, puedan ser transmitidos sobre la misma línea. La técnica de multiplexación permite lograr esto, por el uso de un ancho de banda más grande que cualquiera de los canales individuales; actualmente se usa una de las dos técnicas específicas: FDM (Multiplexación por División de Frecuencia; *Frequency Division Multiplexing*) o TDM (Multiplexación por División de Tiempo; *Time Division Multiplexing*).

FDM utiliza el método de agrupamiento de los canales, con cada canal ocupando una porción diferente del espectro de frecuencias. FDM ha sido la técnica básica de combinación de señales para sistemas portadores analógicos en los últimos 50 años.

Para realizar la separación de frecuencias, cada amplitud de canal modula a diferente frecuencia portadora. Doce canales de voz de 4 KHz hacen un grupo con un rango de frecuencia de 60 KHz a 108 KHz. Cinco grupos pueden ser combinados para crear un supergrupo con un rango de frecuencias de 312 KHz a 552 KHz. Sin embargo, la mayoría de los sistemas portadores analógicos han sido reemplazados por sistemas portadores digitales usando TDM.

TDM utiliza un método de defasamiento de tiempo dentro de segmentos estrechos. Las señales de entrada son muestreadas una después de otra a alta velocidad. Sólo un muestreo de una señal específica ocupa el canal en un instante de tiempo. La figura 1.2 muestra un arreglo simplificado de 30 señales digitales que han sido muestreadas y transmitidas sobre un mismo enlace.

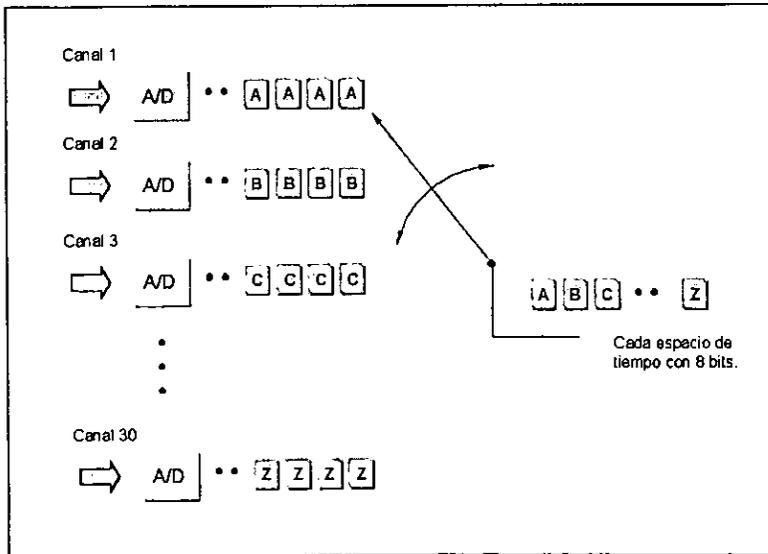


Figura 1.2 Multiplexación por división de tiempo (TDM)

La técnica PCM (Modulación por Código de Pulsos; *Pulse Code Modulation*) combinada con TDM es el método más usado para la transmisión de señales analógicas sobre instalaciones de transmisión digital.

Para facilitar la transmisión digital, es necesario convertir la información original en información digital para transmitirla y reconvertir la información digital de regreso a su forma original al receptor. Esta es la función del equipo terminal.

Existen cuatro pasos para PCM: filtrado, muestreo, cuantificación y codificación. De acuerdo al teorema de *Nyquist*, el muestreo de una conversación telefónica, se debe realizar a un rango de por lo menos el doble de la frecuencia más alta transmitida para poder reconstruir fielmente la onda analógica original. Las compañías telefónicas han establecido un ancho de banda estándar de 4 KHz en los circuitos de voz. Por lo tanto, el muestreo debe ser a 8,000 muestras por segundo y debido a que una palabra de 8 bits se asigna a cada muestra, el rango de datos es: $8,000 \times 8 = 64$ Kbps.

Con 30 canales PCM de 64 Kbps más dos canales de sincronía y control, multiplexados por la técnica TDM, se obtiene una señal de 2.048 Mbps llamada E1 y es la estructura de primer orden de la norma europea.

1.4 ORGANISMOS DE ESTANDARIZACIÓN

En el mundo de las redes de telecomunicaciones y redes de datos existen diversas entidades de estandarización, algunas con funciones de carácter internacional, otras regionales o bien nacionales. Sin embargo, de forma general, todas persiguen lo mismo: Coordinar las acciones y esfuerzos de todos los participantes del mercado con el fin de salvaguardar las inversiones e intereses mediante la emisión de estándares que especifican por escrito los detalles que los interesados han acordado.

Esta responsabilidad recae sobre dos organizaciones internacionales para telecomunicaciones establecidas bajo el auspicio de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones; *International Telecommunications Union*) con base en Suiza. Estos dos comités son el ITU-T (ITU - Sector de Estandarización de Telecomunicaciones; *Telecommunication Standardization Sector*) y el ITU-R (ITU - Sector de Radio comunicación; *Radiocommunication Sector*), antes el CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía; *International Telephone and Telegraph Consultative Committee*) y el CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radio; *International Radio Consultative Committee*) respectivamente. El ITU-T establece recomendaciones para telefonía y,

telégrafos y circuitos de transmisión de datos y equipo. El ITU-R se concentra en coordinar el uso del espectro radio eléctrico.

La ITU fue fundada en París en 1865 como la Unión Internacional de Telegrafía (*International Telegraph Union*), a partir de 1934 como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (*International Telecommunication Union*), en 1947 se convierte en una agencia especializada de la ONU, con las siguientes responsabilidades:

1. Regulación y planeación de telecomunicaciones en el mundo
2. Desarrollo de estándares para equipos y sistemas
3. Coordinación y diseminación de la información necesaria para la planeación y operación de los servicios de telecomunicaciones
4. Promoción y contribución para el desarrollo de las telecomunicaciones y servicios relacionados.

Dentro de la ITU tienen representación tanto organismos gubernamentales como no gubernamentales, estos organismos son miembros dentro de sus distintas categorías y participan en la elaboración de recomendaciones, calificativo que la ITU utiliza para los documentos de estandarización que emite. En la figura 1.3 se muestra como esta compuesta la ITU.

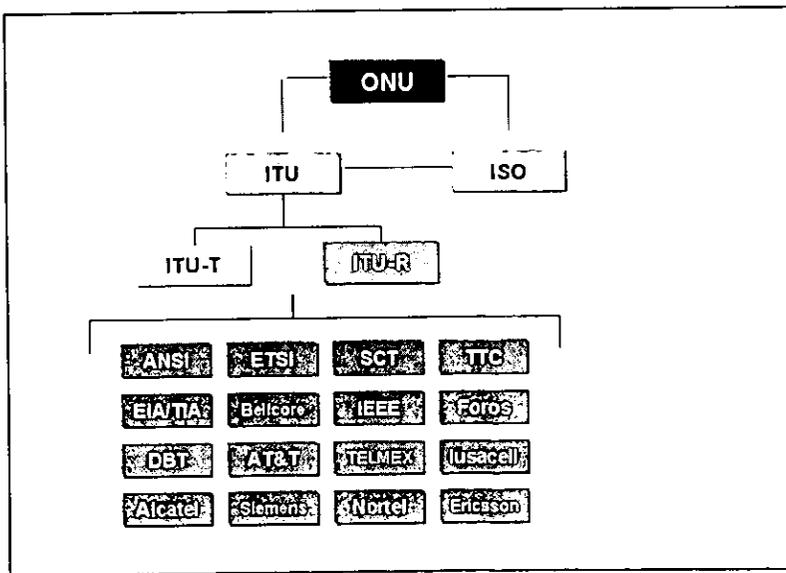


Figura 1.3 Relación de la ITU

El IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos; *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) es una organización profesional que ha desarrollado un número considerable de estándares de comunicación de datos mostrados en el cuadro 1.2 pero también ha establecido numerosos estándares para medición y características de equipos de telecomunicaciones.

La ISO (Organización Internacional de Normas; *International Standards Organization*) es una instancia con actividades en un amplio rango de materias, algunas de ellas involucran telecomunicaciones. Los subcomités técnicos dentro de ISO trabajan más de cerca con grupos de estudio del ITU-T en formular recomendaciones, particularmente aquellas relacionadas con protocolos ISDN que son adheridos tanto como sea posible al estándar de comunicación de datos ISO del modelo de referencia OSI, el cual constituye una pauta al adentrarse en el estudio de los sistemas distribuidos.

Cuadro 1.2 Estándares de comunicación de datos del IEEE

802.1	Estándares de interfase
802.2	Estándares de Control de Enlace Lógico
802.3	Redes de Area Local (Ethernet)
802.4	Redes de Area Local Token-Bus (Arcnet)
802.5	Redes de Area Local Token-Ring (IBM Ring)
802.6	Redes de Area Metropolitana (QPSX)
802.7	Banda Ancha
802.8	Fibra Optica
802.9	Voz y Datos Integrados e interfases LAN

1.4.1 Arquitectura del modelo de referencia OSI

El modelo OSI es un modelo de referencia para el desarrollo de arquitecturas de sistemas abiertos. El modelo OSI pone atención a la interconexión de información entre sistemas y no al funcionamiento interno de un sistema en particular, por lo cual ha constituido el marco de trabajo para el desarrollo de protocolos estándares para la comunicación entre dos capas homónimas ubicadas en equipos separados. También permite rediseñar un sistema cuando alguna parte del mismo sufre algún cambio. Los formatos y protocolos para la comunicación de capas adyacentes dentro de un sistema no serían estandarizados.

El objetivo final del modelo OSI es desarrollar una compatibilidad total entre sistemas para todos los productos y servicios ofrecidos por los proveedores alrededor del mundo. Los siete niveles en que se divide el modelo de referencia se describen a continuación.

Nivel físico

Provee las características mecánicas y eléctricas, además del procedimiento para establecer, mantener y liberar conexiones físicas entre dispositivos, ya sea entre un DTE (Equipo Terminal de Datos; *Data Terminal Equipment*) y un DCE (Equipo de Comunicaciones de Datos; *Data Communications Equipment*) o entre DTE's.

La recomendación X.21 del ITU-T define velocidades en el nivel físico que van desde 1.2 Kbps hasta 19.2 Kbps; equivalente al estándar RS-232-C de la EIA (Asociación de Industrias Electrónicas; *Electronics Industries Association*). Las características funcionales consisten fundamentalmente en el intercambio de circuitos (RTS, CTS, RD, TD, etc.), los cuales son definidos por ITU-T en la recomendación V.24.

Las características eléctricas definen la naturaleza de las señales eléctricas presentes en el intercambio de circuitos y son definidos en la recomendación V.28 del ITU-T. Las características mecánicas definen entre otras cosas la construcción física del conector y la asignación de los pines en el intercambio de circuitos, los cuales son especificados en la norma 2110 de ISO para un conector de 25 pines.

Para conexiones de mayor velocidad (48, 56 o 64 Kbps), la recomendación V.35 de ITU-T se utiliza con características funcionales definidas en la recomendación V.25, las características eléctricas por V.28 y V.35 y las características mecánicas por el estándar ISO 2593 para un conector de 34 pines.

Nivel de enlace

En este nivel se realizan las funciones de direccionamiento y recuperación de errores y además en él se originan todas las conexiones lógicas a través de la línea. Esta capa utiliza un protocolo denominado HDLC (Control de Enlace de Datos de Alto nivel; *High-Level Data Link Control*) aplicado a la transmisión de bloques de datos llamados tramas sobre un enlace físico. Esta capa gobierna la información que debe proceder y seguir a los bloques de datos definiendo un protocolo de transferencia.

Nivel de red

Las reglas de este nivel se aplican a dos nodos adyacentes que se comunican entre sí, pero que no se encuentran conectadas por una línea física. Esta capa gobierna el uso de circuitos múltiples usados durante la comunicación y asegura que los paquetes de información sean entregados al destino remoto en la secuencia en la que fueron transmitidos.

Las funciones de esta capa también incluyen el ruteo de los mensajes, las notificaciones de errores y opcionalmente, la segmentación y el bloqueo. En este estrato se determina el formato del campo de información de la trama HDLC. A dicho formato se le llama paquete.

Nivel de transporte

Este nivel proporciona el control entre nodos de usuarios a través de la red. Esto requiere que durante el trayecto, el paquete vaya acompañado tanto de las direcciones intermedias por las cuales pasa la información, como de la dirección final. Una ruta adecuada consistirá en aquella que tenga menos puntos de conexión, evitando procesamientos múltiples, controlando el flujo de paquetes y asegurando un adecuado direccionamiento entre los equipos de los usuarios.

El nivel de transporte proporciona la interfase con el medio de transmisión empleado (RDI, satélite, etc.), sin considerar el tipo de red que se está conectando.

Nivel de sesión

Este nivel gobierna el proceso de inicio y término en una sesión de comunicación. Este nivel realiza un chequeo continuo para determinar si la comunicación está siendo exitosamente realizada. Si se presenta algún problema en la sesión, este nivel deberá restaurarla sin que esto resulte en la pérdida de información al usuario si llegara a perderse el enlace.

Nivel de presentación

Este nivel gobierna el grupo de caracteres y códigos usados para la comunicación, la impresión y el desplegado en pantallas también son gobernadas en esta capa. La conversión de un grupo de caracteres hacia otro y la compactación de una cadena de caracteres en otra más pequeña, también son controladas en esta capa. El *software* de comunicación diseñado que involucra la codificación de caracteres y las características de la terminal caen en esta categoría.

Nivel de aplicación

Todos los niveles anteriores existen en función de brindar soporte a éste. Una aplicación se compone de procesos cooperantes que se comunican mediante el uso de protocolos definidos en

este nivel. Estos procesos de aplicación son la fuente y el destino último de los datos intercambiados.

El nivel de aplicación gobierna el proceso de comunicación de una interfase con otras funciones de nivel superior como son las actividades distribuidas en una base de datos y la transferencia de archivos.

1.5 CONMUTADOR TELEFÓNICO PRIVADO (PBX)

El término PBX (Central Privada; *Private Branch Exchange*) se refiere genéricamente a cualquier sistema de conmutador de un negocio o una organización que ofrece funciones internas de conmutación y acceso a la red pública.

Hoy en día existen dos tipos básicos de PBX: analógico y digital. La diferencia básica entre ambos es la forma en la cual la señal pasa a través de la red del conmutador. Con un PBX analógico la señal de voz pasa en su forma análoga original. Un dato digital de o para una terminal, computadora o cualquier otra fuente digital debe ser convertido a una forma análoga para ser conmutada a través de un PBX analógico. Esto es manejado por un módem. En un PBX digital, el dato digital es conmutado en una forma digital. Las señales de voz son convertidas de una forma análoga a digital mediante una codificación en la instalación telefónica y después conmutada.

En 1975, *Northern Telecom* introdujo uno de los primeros PBX digitales, el SL-1. Esto representa un avance significativo en la evolución de servicios de comunicación para negocios. El SL-1 fue el primer sistema de conmutador digital que utilizó un control de *software* almacenado. El *software* provee acceso a características de uso adicionales que incluían espera de llamada, restricción de llamadas, marcado de entrada directa, administración y mantenimiento remoto. El sistema ha evolucionado a través de los años y ahora incluye paquetes de características especiales diseñadas para grandes corporaciones, fuerzas militares, hoteles, moteles, hospitales y clínicas médicas.

Un típico PBX digital básicamente tiene tres componentes principales; el CPU (Unidad Procesadora Central; *Central Processing Unit*), la red y el equipo periférico. El CPU sigue las instrucciones almacenadas en su memoria, controla la función de conmutación que conecta las líneas PBX y las troncales. El equipo periférico contiene a las tarjetas digitales de línea y troncales, las funciones de administración y mantenimiento pueden ser manejados remotamente a partir de un sistema de consola.

Las instalaciones telefónicas pueden transmitir datos o voz, como también acceder muchas características de proceso avanzadas incluyendo automarcado, desvío de llamadas, captura de llamada, regreso de llamada, etc. Además, ahora se están volviendo accesibles más características. Una de ellas es mostrar el nombre de la persona que llama, donde el sistema proporciona el nombre asociado con el número telefónico de la persona que llama.

Esta característica puede ser acoplada con la característica de espera de llamada utilizada en negocios (bolsistas, instituciones financieras, etc.) que permite la habilidad de tener los registros de clientes disponibles en la pantalla de computadora al mismo tiempo que se contesta la llamada del cliente.

El PBX digital puede servir como un controlador de voz y datos para la "oficina automática" mediante la interconexión de terminales de computadora, equipo de procesamiento de palabra, video conferencia compactada, máquinas de fax y teléfonos.

1.6 RED DE ACCESO

Alexander Graham Bell declaró un prospecto telefónico en 1878, el cual cita:

"El cableado de los teléfonos se puede colocar en forma subterránea o suspendidos en los techos comunicándose mediante ramas de cables con domicilios privados, casas de campo, tiendas, manufactureras, etc. unificándolos a través del cable principal con una oficina central, en donde se pueden conectar los cables como se desee, estableciéndose comunicaciones directas entre diferentes lugares en la ciudad".

Esta propuesta sostiene de manera remarcable la estructura y el alcance de la red de acceso al consumidor que ha sido implantado a lo largo de los últimos 100 años. La estructura básica de la red de acceso se muestra en la figura 1.4.

Las redes de telecomunicaciones han evolucionado a partir de la red telefónica que comenzó en 1878, el servicio provisto era exclusivamente el teléfono, para el cual sólo era necesario hacer llegar un par de cobre a cada cliente (abonado) que quisiera estar conectado a la red, a este par se le denomina abonado local (*local loop*) o también última milla de cobre.

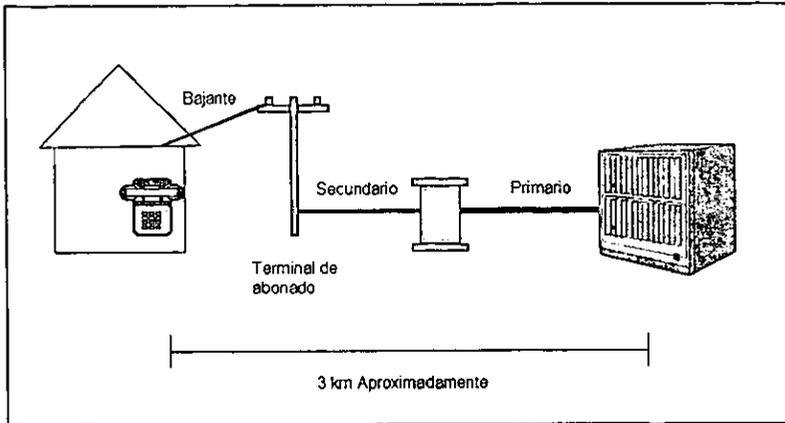


Figura 1.4 Abonado local

Para el abonado local, se utilizan cables primarios en grupos de 100 a 300 pares, cables secundarios en grupos de 50 pares y las distancias del abonado local son alrededor de 3 km en la mayoría de los casos. La red de acceso esta compuesta por dos elementos principales los cuales son:

1. *Medios de transmisión.* La red tradicional utilizaba par de cobre, la nueva red puede utilizar fibra óptica, cable coaxial, par de cobre o sistemas inalámbricos como WLL (Abonado Local Inalámbrico; *Wireless Local Loop*).
2. *Modos de transmisión.* La red tradicional trabajaba únicamente con señales analógicas (300 a 3,400 Hz) y la nueva red puede utilizar señales analógicas (300 a 3,400 Hz) o digitales con tecnología ISDN (144 Kbps).

1.7 SEÑALIZACIÓN

En una red telefónica conmutada la señalización transporta la información necesaria para que un abonado se comunique con cualquier otro de esa red. La señalización indica al conmutador que un abonado desea servicio, le proporciona los datos necesarios para identificar al abonado distante que se solicita y entonces, enruta debidamente la llamada; también proporciona supervisión de la llamada a lo largo de su trayectoria. La señalización da al abonado cierta información de estado, por ejemplo, el tono de invitación a marcar, tono de ocupado (retorno de

ocupado) y timbrado. Los pulsos de medición para el cobro de la llamada se pueden considerar también como forma de señalización. Existen varias clasificaciones para la señalización:

Niveles de señalización

1. Señalización de abonado
2. Señalización entre centrales

Tipos de señales

1. Señales de línea
2. Señales de registro
3. Señales acústicas

1.7.1 Señalización de abonado

La señalización de abonado corresponde en la transferencia de elementos de información entre el teléfono y la central telefónica. A continuación se describen las señales utilizadas.

1. *Señalización de línea.* Sirve para indicar los distintos estados del circuito o enlace del abonado. Se realiza mediante cambios de impedancia en la línea.
2. *Señalización de registro.* Sirve para enviar a la central telefónica la información del número del abonado con el que se quiere establecer la comunicación, o bien para la activación de servicios especiales en las centrales digitales. Se utiliza por medio de Impulsos o DTMF (Tonos de Multifrecuencia Duales; *Dual Tone Multi Frequency*).
3. *Señales acústicas.* Son tonos para determinar invitación, llamada, ocupado, congestión, intervención, llamada en espera, información especial, etc. Por ejemplo, la señal de timbrado se genera hacia el abonado llamado y al mismo tiempo se genera el tono de llamada hacia el abonado llamante, de tal forma que éste se entere que su llamada ha sido procesada y que se le está avisando (timbrando) al abonado con quien desea comunicarse.

1.7.2 Señalización entre centrales

Existen dos tipos de señalización entre centrales: CAS (Señalización por Canal Asociado; *Channel Associated Signaling*) y CCS (Señalización por Canal Común; *Common Channel Signaling*). Para ambos principios existe señalización de línea y de registro.

En general, la señalización de línea entre centrales sirve para dar información de estado de los circuitos como: libre, ocupado, invitación, etc., es decir, realiza el proceso de establecimiento de un circuito dependiendo del estado del mismo. En los sistemas PCM esta señalización se realiza

mediante cambios de estado sobre bits designados para esta función. Los sistemas analógicos utilizan frecuencias fijas en banda o tonos para realizar las mismas funciones.

La señalización de registro entre centrales maneja la información de los tipos y los distintos estados de los abonados, así como la información del abonado con quien se quiere establecer la comunicación. La señalización de registro se realiza entre los elementos de control de las centrales, dependiendo del sistema que se utiliza se cuentan con pares de frecuencias, a veces conocidas como MFC (Multifrecuencia Compelida; *Multifrequency Compelled*), como medio físico para la transferencia de la información. Existen algunos sistemas multifrecuencia de secuencia obligada o compelidos, es decir que se requiere confirmación de las señales que se transmiten.

Señalización por canal asociado

El sistema de señalización por canal asociado CAS, utiliza dentro de la estructura de trama de una señal E1, el TS16 (Ranura de Tiempo 16; *Time Slot 16*) reservado de las tramas de la 1 a la 15 para llevar la señalización de línea, llevando información de estado del circuito con 4 bits por canal, tomando dos por trama y así completar los 30 canales de información.

El sistema R2 es un ejemplo de señalización por canal asociado regulado por las recomendaciones Q.400 a Q.490, y tiene como ventajas un mejor enrutamiento, información detallada en caso de congestión, información acerca de la naturaleza de la llamada, información de la condición de línea del abonado y llamadas sin cargo. El equipo de señalización utilizado en el sistema R2 consta de dos partes: La señalización de línea para sistemas de portadora analógica y sistemas digitales PCM, y la señalización de registro para señales de dirección, extremo a extremo con grupos de seis frecuencias en banda.

Señalización por canal común

En la señalización por canal común CCS, para el caso de una señal E1, la información de señalización es transportada por un canal común, o bien un TS (Ranura de Tiempo; *Time Slot*), en donde la información es un protocolo de datos que en conjunto maneja la señalización de todos los circuitos. Puede establecer los circuitos y llamadas, es decir, de forma lógica realiza las funciones de señalización de línea y de registro de todos los TS del E1 por un canal común a ellos, generalmente se utiliza el TS3 para el canal de señalización.

La señalización por canal común más utilizada es conocida como SS7. Desarrollada en 1980, iniciando su implantación a gran escala hasta 1990, se presenta como un requisito para ISDN. Utiliza generalmente un canal de 64 Kbps, los tiempos de establecimiento de las llamadas son

más cortos, ofrece la administración de más circuitos por enlace de señalización y es la base para la red inteligente.

1.8 INTERFACES ANÁLOGAS

El diseño, implantación y mantenimiento de cualquier sistema grande y completo, requiere dividir los sistemas en subsistemas. Las interfaces bien establecidas son un requerimiento fundamental para mantener la compatibilidad entre un equipo viejo y uno nuevo. Dentro de las redes telefónicas, las interfaces estandarizadas son necesarias particularmente para soportar la competencia de proveedores de equipos en casi todas las facetas de la red.

Troncales SL (Circuito de Abonado; Subscriber Loops)

Esta es la interfase más común en la red, la cual utiliza la conexión de dos cables en líneas de teléfonos a conmutadores de centrales. Debido a la naturaleza de los estándares industriales de teléfonos y los conmutadores electromecánicos a los cuales están conectados, esta interfase tiene muchas características que son difíciles de satisfacer con la tecnología de circuitos integrados modernos. Las características fundamentales de esta interfase son las siguientes.

1. *Batería:* Aplicación de corriente directa al abonado (48 Volts) para permitir señalización de corriente directa y proveer corriente de alimentación para micrófonos de carbón.
2. *Protección para descargas:* Protección de equipo y personal de golpes de corriente e inducción de la línea o cortos.
3. *Timbre:* Aplicación de una señal de 20 Hz a 86 Vrms para activar al timbre. La cadencia típica es de dos segundos encendido y cuatro segundos apagado.
4. *Supervisión:* Detección de colgado y descolgado para el flujo o no-flujo de corriente directa.
5. *Prueba:* Acceso a la línea para probar en cualquier dirección: hacia el usuario o de regreso al conmutador.

En el caso de centrales digitales, son necesarias dos funciones más: conversión de dos hilos a cuatro hilos (híbrido) y codificación analógica a digital (y decodificación digital a analógica).

Troncales LS (Circuito de Inicio; Loop Start)

Una troncal LS es una conexión de dos cables entre conmutadores (usualmente entre una central y un equipo PBX). De un punto de vista operacional, una troncal LS es idéntica a una troncal SL. De esta manera, una interfase LS en un PBX emula un teléfono por el cierre de corriente en el abonado para una llamada originadora y reconoce voltajes de timbrado para llamadas de entrada. Para enviar información de dirección la interfase del PBX generalmente espera unos

segundos y asume que el tono de marcado esté presente antes de enviar tonos DTMF o generar pulsos que interrumpen corriente del abonado. Algunos PBX ofrecen detección de tono de marcado, por lo que los equipos defectuosos o conexiones son fácilmente reconocidos y el direccionamiento puede ser enviado tan pronto como el otro extremo este listo.

Una dificultad significativa de las troncales LS de dos vías, se incrementa cuando ambos extremos toman la línea al mismo tiempo (o cerca del mismo tiempo). Porque ambos extremos piensan que ellos están originando la llamada y la línea se bloquea. Si el PBX detecta tono de marcado antes de enviar los dígitos podrá reconocer la condición de bloqueo por medio de sincronizar fuera de la espera para tono de marcado y podrá después generar una desconexión para liberar la condición de bloqueo pero cortando la llamada de entrada. Más comúnmente, el PBX a ciegas envía los dígitos de la dirección y conecta la extensión originadora del PBX a la línea. Generalmente esto significa que la llamada de entrada quedará conectada a la extensión equivocada. Por esta razón, las troncales LS son normalmente utilizadas como troncales en una dirección solamente: cualquiera, ya sea entrada o salida.

Troncales GS (Inicio a Tierra; Ground Start)

El problema antes mencionado con el bloqueo de troncales LS bidireccionales puede ser resuelto completamente aumentando el proceso de llamada originadora usando procedimientos de troncales GS. Cuando una llamada se origina la central aplica un potencial a tierra en la punta conectada a la punta del par del timbre y espera el reconocimiento de toma de línea del PBX por el flujo de corriente eléctrica. Cuando el PBX origina una llamada, primero aterriza el cable del timbre y cierra al abonado esperando por corriente de abonado. (La central no aplica batería durante el estado de disponible como lo hace en interfaces LS). La central reconoce la petición de conexión mediante la aplicación de batería a la punta del par de timbre y momentáneamente aplica tierra a la punta. Un protocolo GS previene de tomas simultáneas excepto si los orígenes ocurren dentro unos cientos de milisegundos de cada uno. En contraste, un protocolo LS permite múltiples tomas que ocurren dentro de cuatro segundos (el intervalo de silencio entre el timbre). Además, una condición de bloqueo puede ser reconocida en troncales GS por el equipo de interfase, que puede ser resuelto redireccionando las llamadas a diferentes circuitos de troncal.

Otra ventaja de las troncales GS es la habilidad de la central para señalar las desconexiones de la red al PBX (la central retira la batería). Con troncales LS la red generalmente no provee señalización de desconexión por lo que el PBX deberá liberar el usuario mediante el colgado. (Esta situación generalmente produce troncales bloqueadas en conexiones de datos). Además, cuando una central coloca una llamada de entrada que eventualmente queda abandonada, porque nadie contesta, una central inmediatamente señala el abandono retirando la conexión a

tierra de la punta conectada. Con troncales LS, las llamadas abandonadas pueden ser reconocidas solo por la ausencia del timbre, el cual toma 6 segundos.

Troncales DID (Marcaje Interior Directo; Direct-Inward-Dial)

Estas troncales DID son particularmente simples interfaces de troncales de dos cables porque son troncales que están siempre en una dirección: de entrada con respecto al PBX. Como el nombre implica, ellas permiten servir a la oficina central para desviar el número de extensión de llamadas de entrada a un PBX puede ser inmediatamente ruteada la llamada a un destino sin la intervención de la consola. En contraste de las troncales LS y GS, el PBX final de una troncal DID provee el voltaje de batería donde la oficina central puede señalar una llamada de entrada meramente cerrando el abonado para permitir el flujo de corriente, después el PBX invierte la batería momentáneamente para indicar que esta listo para recibir dígitos, la Oficina Central puede generar tanto pulsos como tonos DTMF para enviar el número de extensión (dos, tres o cuatro dígitos). Después la estación designada contesta, el PBX invierte la batería nuevamente para indicar el estado de conexión y detiene ese estado durante la duración de la llamada. Las troncales DID también son llamadas "inversión de batería de supervisión del abonado" las cuales varían con respecto a la señalización de protocolo dependiendo del tipo de Oficina Central.

Troncales E&M

La forma más común de supervisión de troncal es probablemente la señalización E&M. La señalización E&M existe únicamente en el punto interfacial entre troncal y conmutador, ver figura 1.5.

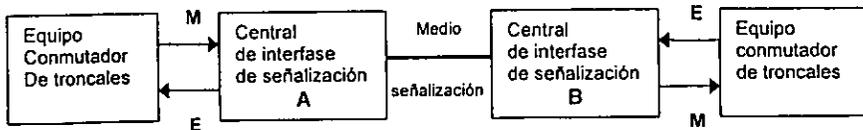


Figura 1.5 Señalización E & M

Los sistemas de señalización de hilo E e hilo M se derivan semánticamente de la designación que se utilizaba para los hilos de señalización en los diagramas acerca de estos sistemas. Históricamente, la interfase de señalización E&M tenía dos hilos entre el conmutador y lo que podría llamarse el equipo de señalización de troncal (interfase de señalización). Un hilo se

denomina "hilo E", el cual lleva la señalización hacia el equipo de conmutación, tal dirección de la señal se muestra en el diagrama anterior, donde se ve que las señales de conmutador A y B salen de A sobre el hilo M y llegan a B sobre el hilo E. Del mismo modo, B hacia A, la información de supervisión sale de B sobre el hilo M y llega a A sobre el hilo E.

Sin embargo, la señalización E&M se define formalmente como una interfase que se usa comúnmente (arriba de cuatro cables) con conexiones directas entre PBX's. Los requerimientos de múltiples pares usualmente ocurren cuando el PBX está localizado dentro de un edificio o un campus complejo. La habilidad de control externo en la conexión también conectado a interfaces E&M ha sido usada por aplicaciones especiales como: sistemas de mensajes donde la conexión M puede ser usada para encender el altavoz.

1.9 REDES INTELIGENTES

Las redes de telecomunicaciones crecen y se vuelven cada día más complejas, existe demanda por nuevos y mejores servicios con mayor eficiencia, un concepto que satisface estos requerimientos es el de IN (Red Inteligente; *Intelligent Network*). Una red inteligente es un concepto el cual, básicamente, más que involucrar una nueva tecnología, involucra una nueva estructura a los elementos de la red de telecomunicaciones ya existentes. El servicio 800 forma parte del nacimiento de las redes inteligentes, la implantación de centrales con SPC (Programa de Control Almacenado; *Stored Program Control*), los medios de transmisión digitales y la señalización SS7 dan en su conjunto la plataforma para introducir una red inteligente.

Las necesidades de comunicación entre las personas ya no son exclusivamente de voz, además un usuario cuando hace una llamada desea encontrar a una persona en particular sin importar en dónde se encuentre localizada, encontrar a cierta persona en una localización particular, encontrar una persona alternativa si la primera no se encuentra, comunicarse a una localidad en particular más que con una persona, realizar una función en particular sin importar la persona o localidad y realizar una función dentro de cierta localidad.

A partir de esta nueva estructura la inteligencia de la red se puede ir incrementando conforme se van introduciendo nuevos servicios, como movilidad, flexibilidad en la tarificación, capacidad de control avanzado por parte del usuario y enrutamiento avanzado. Dentro de la definición de una red inteligente se plantea una independencia del proveedor, haciendo más abierta y general su implantación y creando nuevos espacios para nuevos proveedores. El sistema de señalización SS7 es la interfase estándar para la formación de una red inteligente. Sin embargo, no es

necesariamente la única posibilidad, por ejemplo se puede utilizar X.25. Además no todos los elementos requieren de esta interfase.

1.10 CONMUTACIÓN

Existen diferentes formas de conmutación, como se muestra en la figura 1.6.

1. *Conmutación de Circuitos.* Se reserva un canal de tiempo para cada cliente, se use o no. Concepto *Clear Channel*, la conmutación es rápida y sencilla. La capacidad de los enlaces troncales es igual a la suma de los requerimientos de los clientes. Se utiliza para tráfico de velocidad constante como voz y video.
2. *Conmutación de Paquetes.* La información se divide en paquetes con un número variable de Bytes, la capacidad del enlace troncal se reparte de acuerdo a las necesidades de cada cliente. Los paquetes de información se etiquetan para reconocerlos. Se utiliza principalmente para tráfico de velocidad variable como datos e imágenes.

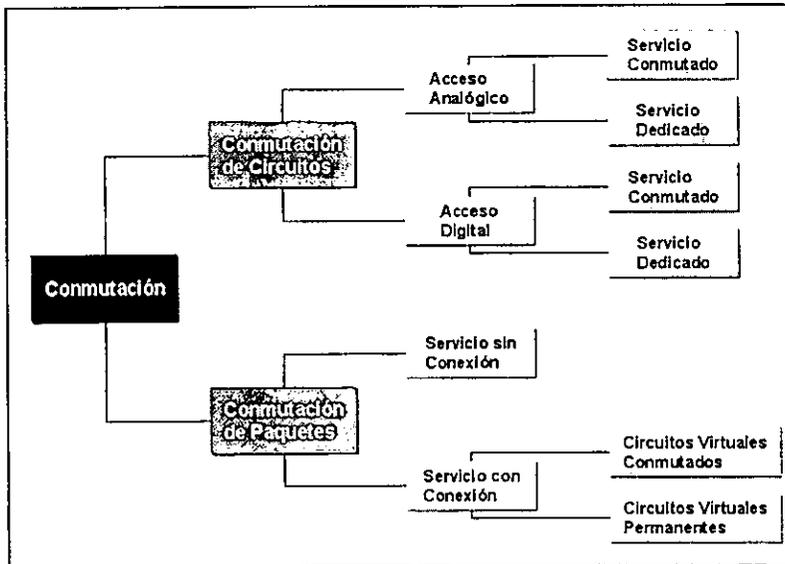


Figura 1.6 Formas de conmutación

1.11 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES FRAME RELAY

Inicialmente el protocolo de comunicaciones *Frame Relay* se ha utilizado debido a la necesidad de conectar una red local de una oficina remota. Sin embargo, sus principales ventajas continúan en espera, mientras que los usuarios descubran nuevos caminos para incrementar sus beneficios y sumar nuevas aplicaciones multimedia. Entre 1994 y 1996, el número de compañías alrededor del mundo usando servicios de *Frame Relay* ha crecido 10 veces de 1,480 a 14,847. Esta tendencia se espera que continúe. Lo mejor es que ahora es posible consolidar la red *Frame Relay*, no sólo con tráfico de datos, sino también con tráfico de voz. El término *Frame Relay* puede ser usado para describir:

1. *Especificación de interfase*. Reglas para conectar a la red pública
2. *Tecnología conmutada*. Un medio de ruteo de tramas a través de la red
3. *Servicio público*. Ofrecido por proveedores para conectividad en red WAN

Frame Relay define un método efectivo de ruteo de tramas de información a través de la red WAN (Red de Area Amplia; *Wide Area Network*). Las tecnologías de paquetes son fácilmente acomodadas para comunicaciones de datos haciendo muy eficiente el uso de los canales de comunicación. *Frame Relay* está específicamente diseñado para aplicaciones intensas de datos. Incluyendo la conexión en redes LAN sobre redes WAN. También esta siendo muy popular como un método de acceso a redes ATM de alta velocidad.

Frame Relay es un protocolo de conmutación de paquetes basado en estándares de X.25 e ISDN. Con diferencia en que X.25 asume bajas velocidades y errores en líneas de comunicación, por lo que requiere desarrollar corrección de errores. *Frame Relay* asume líneas de comunicación libres de errores, eliminando la corrección de errores y funciones de control de flujo hacia los puntos finales, *Frame Relay* tiene un menor encabezado, además puede manejar tamaños variables de paquetes de datos a velocidades más altas.

Como su predecesor X.25, *Frame Relay* es un servicio compartido que permite a múltiples usuarios utilizar la red WAN simultáneamente. Un ejemplo podría ser las diferentes conexiones de corporaciones conectando sus localidades remotas. Algunas de las ventajas de *Frame Relay* son: disponibilidad, rendimiento de la red, administración simplificada y consolidación de redes.

Para explicar cómo ofrece *Frame Relay* estos beneficios, se requiere entender cómo trabaja esta tecnología y cuáles son los elementos necesarios para una red *Frame Relay*.

1.11.1 Descripción del funcionamiento de Frame Relay

Cada localidad tiene acceso a la red *Frame Relay* a través de un FRAD (Multiplexor de Acceso a *Frame Relay*; *Frame Relay Access Device*). Un ejemplo podría ser un ruteador con capacidad de *Frame Relay*. El FRAD es conectado al POP (Punto de Presencia; *Point of Present*) del proveedor más cercano a través de un enlace de acceso, usualmente una línea privada. La entrada a la red se efectúa a través de un puerto del equipo de conmutación de *Frame Relay* (ver figura 1.7).

El FRAD ensambla los datos enviados entre localidades en tramas de tamaño variable, como cuando se coloca una carta en un sobre. Cada trama contiene la dirección del sitio final, el cual es usado para dirigir la trama a través de la red a su destino asignado. Una vez que la trama entra a la nube compartida de red, se puede usar cualquier número de tecnologías de red para transportarlo.

El trayecto definido entre la fuente y el sitio del destino es conocido como VC (Circuito Virtual; *Virtual Circuit*). Mientras un circuito virtual define la trayectoria entre dos sitios, no se asigna un ancho de banda al trayecto hasta que el dispositivo lo necesite. *Frame Relay* opera en el modo orientado a conexión, para este modo existen dos tipos de conexiones: circuitos virtuales permanentes y circuitos virtuales conmutados. Estos servicios son configurados por los proveedores de *Frame Relay* para cada uno de estos enlaces.

Un PVC (Circuito Virtual Permanente; *Permanent Virtual Circuit*), es un circuito lógico punto a punto entre dos sitios a través de la nube de *Frame Relay* público. Los PVC están permanentemente configurados y no son dados de baja en cada sesión. Ellos pueden existir sin cambios por semanas, meses y años, y han sido asignados a puntos finales. El PVC está disponible para transmitir y recibir todo el tiempo. Con esta consideración, es como una línea privada.

En contraste un SVC (Circuito Virtual Conmutado; *Switched Virtual Circuit*) es similar a una conexión conmutada. Es un circuito duplex, establecido en demanda, entre dos puntos. Existe sólo para la duración de la sesión, es configurado y dado de baja como una llamada telefónica. Los FRAD soportan el rendimiento SVC de la llamada, estableciendo procedimientos. Actualmente, todos los proveedores de servicios públicos de *Frame Relay* ofrecen PVC.

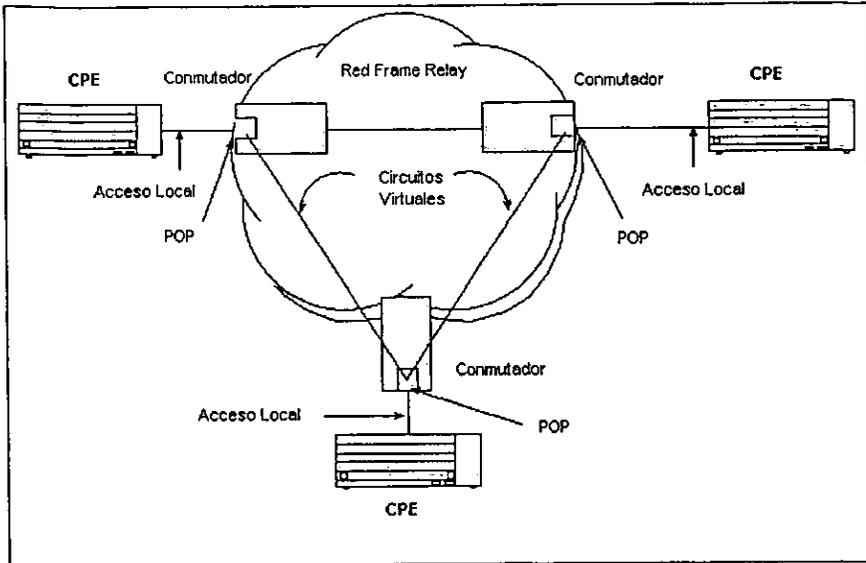


Figura 1.7 Red Frame Relay

Para soportar simultáneamente varios PVC, *Frame Relay* puede conectar directamente múltiples sitios, a través de una conexión física. (En contraste con una red de líneas privadas que podría requerir múltiples conexiones físicas para cada sitio.) Un DLCI (Identificador de Conexión de Enlace de Datos; *Data Link Connection Identifier*), asignado por el proveedor de servicios, identifica cada PVC. Un encabezado en cada trama contiene el DLCI, indicando cual circuito virtual de la trama se debe usar.

El beneficio real de *Frame Relay* viene de su habilidad de alojar dinámicamente el ancho de banda y desbordar el tráfico en hora pico. Cuando un PVC en particular no está utilizando ancho de banda es utilizado por otro.

Cuando se compra un PVC, debe ser especificado el ancho de banda o CIR (Índice de Información Establecida; *Committed Information Rate*). El CIR es el promedio de información enviado al proveedor que garantiza que estará siempre disponible para cada PVC particularmente. La mayoría de los proveedores venden el CIR en Kbps, hasta E1s (2.048 Mbps). Las velocidades mayores cuestan más.

Frame Relay público ofrece una ventaja sobre líneas privadas. Considerando que el ancho de banda de una línea privada es fijo, si el dispositivo trata de enviar datos a una velocidad más alta que el ancho de banda de la línea, por ejemplo un archivo largo, no podrá pasar, y el rendimiento podría degradarse. *Frame Relay* podrá permitir al dispositivo transmitir datos a una velocidad mayor que el CIR por unos segundos a la vez. Esto es conocido como "desborde". La idea es permitir a los dispositivos que temporalmente lo necesiten transmitir sin costo extra. Durante transferencias pesadas de archivos la red de transporte no será usada por otros dispositivos. Por ejemplo, la LAN podrá usar los 16 Kbps reservados para la terminal, si la terminal no está en uso. Un dispositivo puede desbordar a la CBIR (Índice de Información de Ráfaga Establecida; *Committed Bursts Information Rate*) y permanecer en espera de los datos que llegarán, la duración de una transmisión de un desborde podrá ser corta, menor de tres o cuatro segundos. Si persiste un desborde largo deberá comprarse un CIR más alto.

Los dispositivos que usan el ancho de banda extra disponible corren un riesgo: cualquier dato arriba del CIR es seleccionado para descartarse, dependiendo de la congestión en la red. Con una gran congestión de la red el riesgo es mayor y las tramas transmitidas arriba del CIR y CBIR podrían perderse. Sin embargo, dentro del CBIR el riesgo es típicamente bajo, si la trama es descartada tendrá que ser reenviada. Los datos pueden ser transmitidos a niveles más altos del CBIR, pero aumenta el riesgo de perder paquetes (ver figura 1.8).

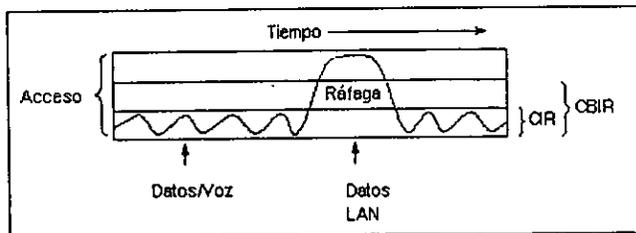


Figura 1.8 Uso del ancho de banda en Frame Relay

Procedimientos preventivos de congestión

La red *Frame Relay* tiene forma de inspeccionarse a sí misma para conservar la congestión y pérdida de paquetes a niveles bajos. Existen dos formas. Se puede tratar de controlar el flujo de paquetes con FECN (Notificación Explícita de Congestión hacia Adelante; *Forward Explicit Congestion Notification*), el cual es un bit colocado en un paquete para notificar al dispositivo de

interfase de recepción que podrían iniciarse procedimientos de prevención de congestión. El BECN (Notificación Explícita de Congestión hacia Atrás; *Backward Explicit Congestion Notification*) es un bit colocado para notificar a un dispositivo de envío que se detenga de enviar tramas porque los procedimientos de prevención de congestión podrían iniciarse. La figura 1.9 muestra el funcionamiento de los bits FECN y BECN.

Una segunda forma de informar al dispositivo terminal que existe una congestión es a través de LMI (Interfase de Administración Local; *Local Management Interface*). El propósito del LMI es definir un conjunto de procedimientos y de mensajes para administrar a los PVC's así como los enlaces físicos en la interfase UNI (Interfase de Red de Usuario; *User Network Interface*). Sus funciones principales son:

1. Notificación de adición, supresión y presencia de un PVC
2. Notificación de disponibilidad o indisponibilidad de un PVC configurado
3. Intercambio de un número de secuencia para verificar la integridad del enlace físico entre el usuario y la red

El Bit DE (Elegibilidad de Descarte; *Discard Eligibility Bit*) ayuda a la red a saber qué tipos de tramas se deben descartar bajo ciertas condiciones. Cuando es puesto a 1 se le informa a la red que esa trama es descartable de ser necesario. Por ejemplo, si se excede el CIR todo el tráfico que fluya por encima de la cantidad acordada será puesto por la red con DE = 1, lo cual hace al tráfico susceptible de ser descartado en caso de congestión, al usuario se le permite manipular este bit con el fin de clasificar su información, en cuanto a cómo debe de ser tratada por la red.

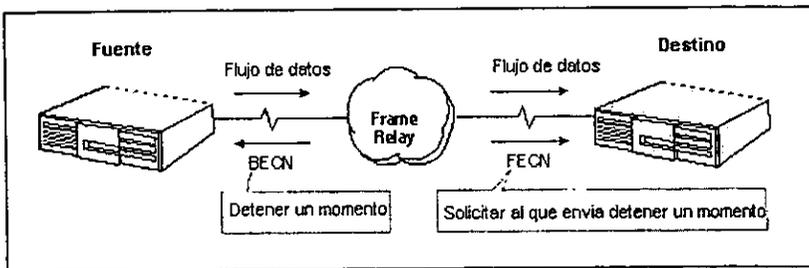


Figura 1.9 Funcionamiento de los bits FECN y BECN

De cierta manera la simplificación del protocolo *Frame Relay* con respecto a X.25 ha complicado el panorama en cuanto al manejo de la congestión. Al no existir las confirmaciones, no se puede frenar a quien envía la información. Por esta razón se requiere implantar mecanismos de control de congestión con bits FECN, BECN y DE.

1.11.2 Integración de voz sobre Frame Relay

Al agregar tráfico de voz en la red *Frame Relay*, se puede tener como resultado una red integrada, que significa consolidar tráfico de voz, fax, datos y tráfico de LAN sobre la misma red, como se muestra en la figura 1.10. El tráfico de voz sobre *Frame Relay* está recibiendo una atención especial. Actualmente existe un gran número de productos que se han desarrollado para ayudar a conseguir esta integración completa, y se ha creado el Foro de *Frame Relay* para el desarrollo de nuevos estándares.

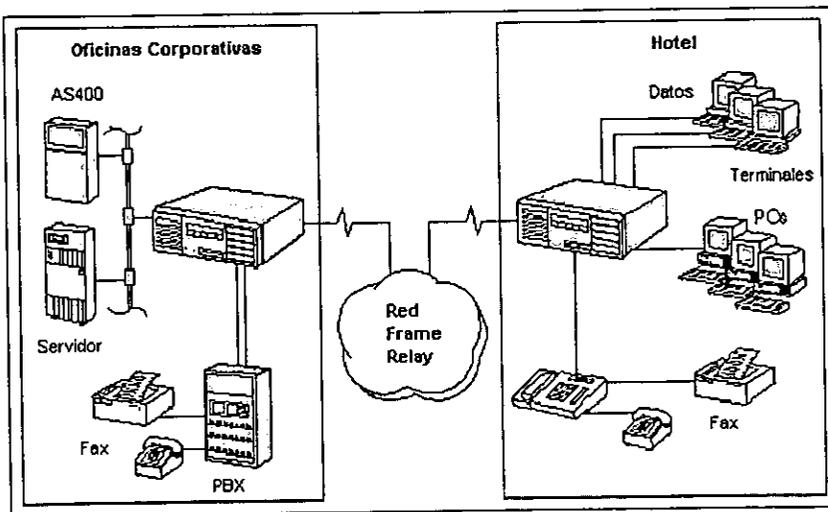


Figura 1.10 Integración de voz sobre Frame Relay

Anteriormente las redes *Frame Relay* eran consideradas únicamente para el tráfico de datos, ahora las redes públicas de *Frame Relay* transportan rutinariamente una combinación de datos síncronos y asíncronos, voz, fax, LAN y tráfico de video en miles de instalaciones alrededor del

mundo. En los inicios de *Frame Relay*, los enlaces se basaban en velocidades medias y no fueron favorables particularmente para la transmisión de paquetes de voz.

Para tener una alta calidad de voz y video se requieren retardos predecibles muy cortos, las redes privadas, que utilizan líneas privadas, pueden dedicar un ancho de banda para diferentes tipos de tráfico de acuerdo a sus requerimientos. Las redes de paquetes no dedican un ancho de banda fijo. En su lugar, el ancho de banda es alojado dinámicamente, y los datos son colocados en paquetes para transmisión. En casos como X.25, se utilizaban comúnmente velocidades de 64Kbps y líneas inconfiables, por lo que fue desarrollado el chequeo de errores, el cual requiere protocolos con grandes encabezados que introducen retardos. Este ambiente resulta con una pobre calidad para la transmisión de voz.

Cuando *Frame Relay* fue introducido por primera vez, la infraestructura de transmisión también estaba en transición. Las facilidades de transmisión fueron actualizadas de una estructura analógica a digital. Estos cambios hicieron las facilidades más seguras para detección de errores y la corrección no tuvo que ser desarrollada para la red. Las líneas de transporte también aumentaban arriba de E1's. Mientras eran desarrollados estos factores para las redes, los retardos continuaban siendo un problema que se presenta para la transmisión de voz, y video, que son señales sensibles al tiempo.

Ahora el modelo para redes públicas se utiliza con la interfase *Frame Relay*. La red de transporte es utilizada para altas velocidades como: E3 (34Mbps) y T3 (45Mbps), algunos hasta arriba de 600Mbps ofreciendo una transmisión muy rápida a través de las nubes de red, que están basadas en tecnologías tales como ATM o SMDS (Servicio de Datos Conmutado Múltiple megabit; *Switched Multimegabit Data Service*), que ofrecen envío de información de forma rápida y predecible con sensibilidad al ruido. Como resultado, la eficiencia de la red es muy alta, permitiendo transportar tráfico de voz y video que son sensibles al tiempo, en combinación con tráfico de datos y tráfico de LAN, a través de la red.

Es de primordial importancia establecer la calidad de la voz para determinar la cantidad de ancho de banda que se necesita. Si esto no suena bien, nadie va a querer usarla, lo mismo sucede cuando se escucha sobre la red pública. Esto significa que la voz debe tener un buen audio y un pequeño retardo. Sin embargo, la voz debe usar un mínimo de ancho de banda para permitir transmitir otros tipos de tráfico, esto es posible con técnicas de compresión de voz digitalizada.

Compresión de voz

En la red actual de telefonía pública, las palabras (análogas) son convertidas a digitales para poder viajar sobre la red. La técnica PCM es la base para determinar la calidad de voz, ésta requiere de un ancho de banda de 64Kbps, el cual puede ser optimizado manteniendo la calidad de la conversación. Las nuevas técnicas de compresión, tales como ADPCM (Modulación por Código de Pulsos Diferencial Adaptada; *Adaptative Differential Pulse Code Modulation*) y LD-CELP (Código de Excitación Lineal Pronosticado de Bajo Retardo; *Low-Delay Code Excited Linear Predictor*), que utilizan 32Kbps y 16Kbps respectivamente, son algunos algoritmos propietarios que han sido desarrollados para ofrecer una buena calidad de voz, requiriendo un ancho de banda mínimo.

El estándar comúnmente usado para compresión de voz es el ITU-T G.729. Este algoritmo cuyo nombre completo es CS-ACELP (Código Algebraico de Excitación Lineal Pronosticado de Estructura Conjugada; *Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear-Predictive*), produce un alto nivel de calidad de voz, con sólo 8Kbps de ancho de banda. Este es un requerimiento necesario para transmitir voz sobre una red *Frame Relay*.

Los mejores productos de integración usan una combinación de tecnologías para asegurar la más alta calidad de voz mientras no dañe materialmente los datos de salida. Con lo mencionado anteriormente, los canales de voz requieren un ancho de banda muy pequeño en una red WAN. Por ejemplo:

1. Primero el estándar ITU-T G.729 desarrolla alta calidad de voz usando sólo 8Kbps de ancho de banda
2. La tecnología de Supresión de Silencio toma ventaja de las pausas en la conversación
3. Un teléfono está en uso en promedio 25 % del tiempo (dos horas durante ocho horas al día)

La figura 1.11 muestra cómo un canal efectivo de voz consume en promedio de 1 a 2Kbps de ancho de banda WAN, dejando el resto para otro tipo de tráfico.

Características de ITU-T G.729

Después de meses de estudio, El ITU-T ratificó un nuevo estándar de compresión de voz llamado G.729 en su sesión plenaria de noviembre de 1995. El objetivo del grupo de estudio fue identificar un algoritmo de compresión de voz que pueda transportar voz a 8 Kbps con calidad equivalente de 32 Kbps ADPCM (G.724). ADPCM es usado para ofrecer calidad de voz en las redes públicas de teléfonos alrededor del mundo. El grupo determinó que el algoritmo CS-ACELP puede proveer el fundamento para el nuevo estándar. Durante el proceso, las recomendaciones de AT&T,

France Telecom y NTT (Japón) fueron incorporadas al rendimiento de los sistemas basados en el nuevo estándar.

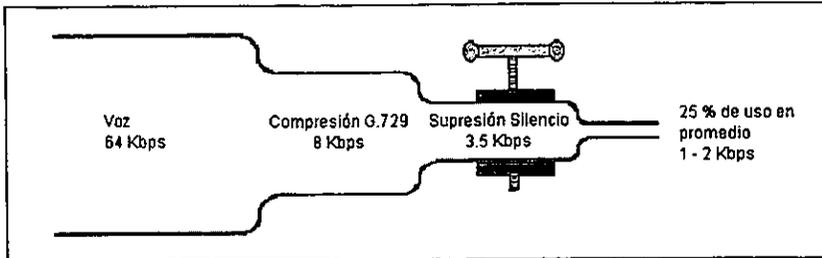


Figura 1.11 Compresión de voz

CS-ACELP produce una trama de voz a 10-bytes cada 10 milisegundos basados en 80 muestreos en línea del estándar PCM (64 Kbps). El algoritmo desarrolla un alto nivel excepcional de calidad de voz con un retraso mínimo. CS-ACELP fue diseñado para implantar procesadores avanzados conocidos como DSP (Procesadores de Señal Digital de Punto Fijo; *Fixed Point Digital Signal Processors*).

Supresión de silencio

Los estudios demuestran que la voz contiene significantes periodos de silencio. De acuerdo con los Laboratorios Bell, estos periodos de silencio pueden ser tan altos como 60 % de la conversación. Cuando una persona habla y la otra está escuchando, existe 50 % de ahorro. Las pausas entre palabras cuentan otro 10 %. A través de la técnica supresión de silencio, el silencio no es digitalizado, liberando ancho de banda en el canal de voz. El ancho de banda después se puede usar para la conversación o datos de otro canal. La supresión de silencio reduce el ancho de banda requerido a un promedio de aproximadamente 3.5Kbps durante la conversación.

La técnica de supresión de silencio ahorra ancho de banda. Sin embargo, cuando se usa solo, este silencio puede resultar poco natural entre las conversaciones para el que escucha. Para mantener ahorro de ancho de banda y continuar ofreciendo máxima calidad de llamadas, se usa una técnica llamada Regeneración de Ruido de Fondo. El ruido de fondo es enviado a través del enlace y grabado en el receptor final de la conversación, cuando el silencio es detectado, el equipo local regenera el ruido de fondo de la memoria, esto preserva el sonido natural de la llamada, sin usar ancho de banda para el silencio.

Ahorros de ancho de banda

La tecnología de empaquetar tramas de voz en G.729, permite consumir aproximadamente 9 Kbps en una línea privada y 10.6 Kbps en un enlace de *Frame Relay*, incluyendo el encabezado. Sin embargo, se puede obtener mayor ahorro en ancho de banda con la tecnología supresión de silencio, la cual permite que los espacios en la conversación en un canal (causados por los silencios inherentes en una conversación de voz) puedan ser llenados por la voz o datos de otro canal. Con supresión de silencio y otras eficiencias de anchos de banda, los requerimientos son reducir aproximadamente a 4 Kbps en promedio en ancho de banda durante la conversación. Los requerimientos típicos siempre son menos porque los canales de voz no son usados 50 - 75 % del tiempo.

Debido a estas eficiencias. La compresión de voz permite más canales para operar con menos ancho de banda y mejor calidad. Por ejemplo:

1. Dos canales de voz con calidad de central pueden ser transportados a 19.2 Kbps sobre una línea privada, con 10-12 Kbps disponibles para datos
2. Siete canales de voz de alta calidad pueden ser transportados sobre un CIR de 64 Kbps de un enlace de *Frame Relay*
3. Un complemento de 30 canales de voz con calidad de central de una línea E1 puede ser condensado a 256 Kbps en una línea privada de un enlace *Frame Relay*
4. Un complemento de 24 canales de voz de alta calidad de una línea T1 puede ser condensado a 192 Kbps en una línea privada o 256 Kbps de CIR en un enlace *Frame Relay*. En el último ejemplo, la extraordinaria eficiencia de la compresión de voz podría permitir tráfico de 50 Kbps de datos síncronos o 100 Kbps de datos asíncronos o tráfico LAN con todos los 24 canales activos.

Prioridad

Asegurar los envíos de fuente fidedigna y un mínimo retardo para el tráfico de voz, puede ser un problema cuando se trata de multiplexar diferentes tipos de tráfico sobre el enlace. De manera que para asegurar un envío de estos, los productos de integración deben propiamente dar prioridad al tráfico y minimizar la transmisión por congestión. La optima prioridad es:

1. Voz
2. Protocolos síncronos sensibles al retardo
3. LAN asincrónicas

Cuando se multiplexan diferentes tipos de tráfico, el retraso en cola puede afectar la calidad de la voz. Entonces es importante minimizar la cantidad de paquetes de voz en la cola de transmisión. Esto se hace controlando el tamaño de los paquetes de menor prioridad, lo que asegura que nunca existan demasiados paquetes de datos con baja prioridad en la cola de voz.

Conmutación de voz

Algunas veces es impráctico tener conexiones directas (malla), entre todos los sitios. De hecho, las redes son comúnmente diseñadas con el número mínimo de enlaces requeridos para conectar todos los sitios. Pueden ser un ejemplo las topologías en estrella o cascada. Con tecnología de conmutación de voz, el usuario puede construir una red integrada multisitio con la misma conectividad de la red en malla lógica, independiente de la estructura actual. Esto significa que aunque no existan enlaces directos entre los sitios, la compresión de voz digitalizada puede ser dirigida a través los múltiples equipos FRAD para alcanzar su destino sin dejar la red. Una red con conmutación de voz rinde de manera similar a un sistema de conmutación de voz o PBX.

Sin conmutación de voz, una llamada entre dos sitios, no directamente conectados, primero tendría que ser ruteada a la oficina principal, colocada dentro del PBX de la compañía, posiblemente convertida a analógica para después volver a digitalizar y enviar al sitio remoto. El resultado podría reducir la calidad, aumentar el retardo e inclusive un generar un alto costo de la red.

Contención

Como las líneas telefónicas no son usadas todo el tiempo, no es necesaria una capacidad uno a uno. Esto significa que el número de puertos de voz de cada localidad, está en función de la cantidad de tiempo que los puertos están en uso en lugar del número de localidades con los que pueden ser conectados. La contención de voz permite originar múltiples conexiones de voz a la red con un pequeño número de canales de recepción. Esto es especialmente útil cuando existe un gran número de localidades, como en oficinas corporativas y regionales, donde un pequeño incremento en el número de canales de voz puede incrementar la capacidad enormemente.

1.11.3 Integración de fax sobre Frame Relay

Para conseguir una integración completa, el tráfico de fax entre sitios también puede ser transportado a través de la red *Frame Relay*. La demodulación automática de fax puede ser automáticamente detectada por un fax. En lugar de tratar de modular la señal original (que puede requerir digitalizar con PCM a 64Kbps), con esta técnica se determina qué tipo de esquema de modulación de fax es usado para convertirlo de regreso a su formato digital. La típica señal digital

sólo requiere de 9.6Kbps o menos ancho de banda. El canal receptor después vuelve a modular la señal de fax para transmisión a la máquina de recepción de fax. Las facilidades de conmutación y contención descritas, aplican también para conexiones de fax.

1.12 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Los requerimientos actuales de los medios de transmisión son: integración de servicios y diferentes tipos de información, mayor capacidad de transmisión, aumento de la calidad y confiabilidad, cobertura de mayores distancias manteniendo la calidad y facilidad para su administración. En el cuadro 1.3 se muestra un comparativo de los medios de transmisión en las redes.

Cuadro 1.3 Medios de transmisión en las redes

Medio de transmisión	Distancia repetidores	Vida útil	Efectos climáticos	Operación	Capacidad
Satélite	Sólo el satélite	Limitada	Si	Alta	Media
Coaxial / Cobre	Corta 2 - 10 km	Larga	Humedad	Moderada	Media
Microondas	Media 25 - 50 km	Larga	Lluvias	Moderada	Media alta
Fibras ópticas	Larga 100 km	Indefinida	Nulos	Sencilla	Muy alta

1.12.1 Par de alambres de cobre

El par de alambres de cobre es el medio más barato y fácil de usar, está formado por dos conductores unifilares de cobre aislado para formar un circuito de transmisión. Los cables pueden estar formados de 2 hasta 300 pares y son comúnmente utilizados por el abonado local. Tienen una alta susceptibilidad a los impedimentos de transmisión, tales como atenuación, diafonía, interferencia eléctrica y electromagnética, lo que limita su alcance. Esto se puede reducir en cierto modo, utilizando cables blindados y aterrizados a tierra física. Actualmente existen técnicas que permiten utilizar amplios anchos de banda para la transmisión digital como es el caso de *Fast Ethernet* y *Gigabit Ethernet* en redes LAN y la tecnología DSL (Circuito Digital de Usuario; *Digital Subscriber Loop*) para acceso a redes públicas.

Existen diferentes opciones de cableado: UTP (Par Trenzado Sin Blindar; *Unshielded Twisted Pair*), STP (Par Trenzado Blindado; *Shielded Twisted Pair*), FTP (Par Trenzado con Papel Estañado; *Foil Twisted Pair*) y ScTP (Par Trenzado con Pantalla; *Screened TP*). La más común

es UTP. Las consideraciones para el diseño de cableados se encuentran en la norma EIA/TIA-568.

Características de cables UTP

1. Código de colores estandarizado
2. Diámetro externo máximo de 6.35 mm
3. Radio de curvatura de 25.4 mm
4. Impedancia característica de 100 ohms +/- 15%
5. Resistencia de CD (Corriente Directa) de 9.38 ohms / 100 m@ 20°C
6. Velocidad de propagación 5.7 ns/m

Categorías de UTP

1. Categoría 3 para aplicaciones hasta de 10 MHz, (*Ethernet*, voz)
2. Categoría 4 para aplicaciones hasta 20 MHz (*Token Ring*)
3. Categoría 5 para aplicaciones hasta 100 Mhz (*Fast Ethernet* y *Gigabit Ethernet*)

Clasificación de cubiertas

Clasificación hecha con base en lo inflamable de la cubierta y con las características del humo generado. Listado con base en pruebas de los UL (*Underwriter Laboratories*).

1. Categoría CMX. Para uso residencial
2. Categoría CM. Uso general en edificios
3. Categoría CMR. Uso general e interconexión entre pisos
4. Categoría CMP. Uso general, interconexión entre pisos y uso en falso plafón con resistencia a altas temperaturas

1.12.2 Cable coaxial

Los sistemas de cable coaxial fueron usados principalmente para cubrir los requerimientos de distancias en las redes telefónicas. El primer sistema comercial fue instalado en 1941 para la transmisión de 480 circuitos de voz sobre una longitud de 300 km entre Mineapolis, Minesota y Stevens Poin, Wisconsin. Para combatir la atenuación se instalaron los repetidores en intervalos de 12 km Considerando la máxima capacidad de 12 circuitos de voz de un cable de par de cobre, en ese tiempo, la introducción de cable coaxial fue un éxito. El cable coaxial ha sido mejorado, en sus características eléctricas para reducir la atenuación y la distancia de los repetidores y mejorar la susceptibilidad al ruido.

Los cables coaxiales son usados para transmisión de señales de radio y televisión que operan a un ancho de banda de 300 Mhz, como guías de onda para los sistemas de microondas o radar y para enlaces E1 con interfase tipo G.703 y conectores BNC. El cable coaxial es utilizado en enlaces punto a punto, puesto que tiene las características de transmisión, flexibilidad y economía necesarias en algunos sistemas. Existen diferentes impedancias de cables coaxiales de 50, 75 y 93 ohms, pero se utiliza normalmente el cable coaxial de 75 ohms, por ser el más eficiente en cuanto a su uso de impedancia, cuando se transmite alguna señal considerada como voltaje, corriente o potencia.

El cable no deberá ser expuesto a prolongadas exposiciones de calor, no se deberá poner demasiado junto a otros cables coaxiales para no causar diafonía y se debe instalar lejos de fuentes de inducción como motores, lámparas fluorescentes, aires acondicionados, etc.

Construcción

Un cable coaxial consiste de un conductor central, rodeado de un conductor externo, los dos conductores están separados por un material aislante o dieléctrico.

Conductor interno

El conductor interno es generalmente sólido, trenzado, desnudo o revestido de plata o cobre destemplado. La baja atenuación es lograda con conductores unifilares, y la gran flexibilidad del cable es lograda con conductores multifilares. El cobre destemplado es generalmente preferido porque tiene excelentes propiedades eléctricas, pero para consideraciones mecánicas puede ser requerido cobre cubierto de acero o conductores con aleación de plata.

Dieléctrico interno y externo

Existen diferentes tipos de dieléctrico, algunos de ellos son: polietileno o polivinil de cloro, spirafil, teflón, aire o gas. En el caso del dieléctrico de aire o gas, el centro del conductor es mantenido en el lugar por espaciadores o discos. La constante dieléctrica (K) es importante porque es un factor que determina el diámetro del cable y peso. Algunas de las constantes dieléctricas de estos materiales se dan en el cuadro 1.4.

Conductor externo

El conductor externo de los cables coaxiales está hecho de conductores entretejidos de diámetro pequeño, desnudo, revestido de plata o cobre destemplado, este le da más flexibilidad al cable, además le sirve como blindaje contra la inducción del ruido. Hay otros arreglos de conductores exteriores, tales como aluminio tubular y aluminio con cinta aisladora en espiral que sufren por la ausencia de flexibilidad y alta inductancia respectivamente.

Cuadro 1.4 Constante dieléctrica de materiales

Material	Constante dieléctrica K
Polietileno	2.27
Polietileno entrelazado	2.45
Polietileno celular	1.5 - 1.7
Teflón FEP	2.15

1.12.3 Microondas

Los sistemas de radio por microondas han sido el principal medio de transmisión para las redes de telefonía de larga distancia durante los últimos 30 años. Aun con la introducción de los satélites y la fibra óptica, las microondas continúan siendo un medio de comunicación importante alrededor del mundo.

En los sistemas de radioenlace, la información que se desea enviar se procesa para adecuarla al medio de transmisión y se convierte en ondas electromagnéticas que son conducidas a través de tubos de metal llamados guías de onda para ser transmitidas por el aire a través de una antena. En la recepción se sigue un proceso inverso a fin de recuperar la información original.

Las principales ventajas de los sistemas de microondas sobre otros medios de comunicación son: rápida instalación, se adaptan a terrenos accidentados, el equipo es transportable, no hay rupturas en el medio, no existe infraestructura en el medio de transmisión, la atenuación varía logarítmicamente con la distancia y tienen una buena relación de capacidad vs costo. Sin embargo, tienen desventajas como: congestión en el uso del espectro, trámites y pago de derechos por el uso del espectro, son afectadas por las condiciones ambientales, existe la posibilidad de interceptar la información, los sitios requieren mantenimiento y es necesario línea de vista limpia de obstáculos.

De acuerdo al espectro radioeléctrico las señales de microondas se encuentran ubicadas entre 2 GHz y 60 GHz y comparten el espectro con las señales de satélite. En el cuadro 1.5 se muestran las bandas en las que operan las señales por microondas.

Cuadro 1.5 Bandas de operación de microondas

Bandas	Frecuencia
L	1-2 GHz
S	2-4 GHz
C	4-8 GHz
X	8-12 GHz
Ku	12-18 GHz
K	18-27 GHz
Ka	27-40 GHz
V	40-75 GHz

Normalmente los rangos hasta 11 GHz se emplean para enlaces de larga distancia, debido a que en estas frecuencias la atenuación en el espacio es menor. En los rangos por encima de 11 GHz la atenuación es mayor lo que reduce la distancia y capacidad de los enlaces. La aplicación de los radioenlaces en estas bandas está en redes urbanas y suburbanas como las celulares.

En el ámbito internacional la ITU a través del ITU-T (CCITT) y principalmente del ITU-R (CCIR) establecen las normas para la explotación del espectro radio eléctrico. Existe además el IFRB (Carta de Registro de Frecuencia Internacional; *International Frequency Registration Board*) como órgano de la ITU que lleva el control del espectro en todo el mundo. En el ámbito nacional la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) en México establece las normas respectivas.

La distancia máxima de un radio enlace esta en función de la banda utilizada, en el cuadro 1.6 se muestra la relación de banda de frecuencia contra distancia.

Sistema de radio

Los sistemas de radio están compuestos por tres elementos principales:

1. *Radio frecuencia.* Se encarga del filtrado y amplificación de la señal.
2. *Frecuencia intermedia.* Se efectúa la modulación de la señal, que consiste en variar algún parámetro de una señal en función de otra. A la primera se le conoce como señal modulada y a la segunda como señal moduladora. Existen diversos tipos de modulación: de frecuencia (FM), de amplitud (AM), de fase (PM), etc. Los tipos de modulación digital más utilizados son BPSK, QPSK, FSK, PSK y QAM.

3. *Banda base.* Se realizan funciones de procesamiento de la señal digital, equalización, conversión de código de línea, se agrega información adicional como alarmas, monitoreo, canales de servicio, identificación, etc., se utilizan tecnologías para evitar secuencias largas de 0's o 1's y se realiza corrección y detección de errores.

Cuadro 1.6 Bandas de operación de microondas

Bandas (GHz)	Distancia máxima (km)
2	60
4/5/6	50
7/8	45
11	35
13	25
15	20
18/20	10
30	5
60	0.5

En general estas son las distancias comunes. Sin embargo, las características de cada enlace o del equipo de transmisión, puede hacer que se tengan variantes hasta de 50%.

Antena

La antena se debe considerar como un acoplador de impedancias entre el transmisor y el espacio libre, se puede utilizar tanto para transmitir como para recibir, gracias a la característica denominada reciprocidad. Por debajo de 1 GHz se emplean las antenas dipolo, de arreglo de dipolos como la Yagi y las de Hélice, por encima de 3 GHz se emplean las del tipo de reflexión con plato parabólico y alimentación directa.

Las antenas deben tener características como: rango de frecuencia de operación, ganancia, patrón de radiación, razón de onda estacionaria, pérdidas por retorno, ancho del haz de radiación, discriminación de polarización cruzada, polarización dual o sencilla, resistencia al viento, dimensiones mecánicas, peso y montaje.

Tipos de torres

Existen dos tipos de torres empleadas para el sostén de antenas de microondas:

1. *Torres autosoportadas.* Se mantienen en pie gracias a su propia estructura en forma piramidal, su peso es significativo, por lo tanto no se instalan en techos.
2. *Torres arriostradas.* Constan de una estructura con las dimensiones a todo lo largo. Se sostienen mediante tensores. El área requerida depende de la altura de la torre, generalmente se emplean sobre techos debido a su poco peso.

Cálculo y diseño de un radioenlace

A continuación se describen los pasos a seguir para el cálculo y diseño de un radioenlace:

Definición de la ruta

1. Selección y ubicación de los equipos repetidores

Diseño del sistema

1. Capacidad del enlace
2. Banda de frecuencias
3. Disponibilidad deseada
4. Presupuesto

Cálculo del perfil del enlace

1. Ubicación de obstáculos
2. Altura adicional para cada obstáculo por Fresnel y curvatura de la tierra
3. Cálculo de la altura de las torres
4. Cálculo del punto de reflexión

Cálculo de potencias

1. Cálculo de nivel de potencia recibido (también con método gráfico)
2. Margen de desvanecimiento térmico
3. Margen de desvanecimiento compuesto

Cálculo de disponibilidad del enlace

Diversidad

Para obtener un mejor desempeño y un uso eficiente del espectro se utiliza la diversidad de las antenas, donde existen tres tipos:

1. *Diversidad de espacio.* Requiere de una torre más fuerte, para instalar dos antenas y sus alimentadores correspondientes.
2. *Diversidad de frecuencia.* Utiliza una sola antena y un alimentador, equivale a la redundancia de equipo. Sin embargo, requiere dos canales de radio frecuencia.

3. *Diversidad de ángulo.* Es similar a la diversidad de espacio y sólo requiere de una antena, se usa sólo en radios digitales.

Aplicaciones

1. Aplicaciones en redes celulares
2. Aplicación en redes de acceso
3. Redes de larga distancia
4. Enlaces urbanos punto a punto
5. Acceso a nodos de redes satelitales
6. Enlaces temporales en eventos especiales
7. Enlaces entre centro de producción y centro de transmisión en la TV o en la radio

Aplicación en redes de acceso

Es una infraestructura dedicada a proveer la conexión entre una empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones y sus respectivos clientes, normalmente en un entorno local. Como un reflejo por la competencia entre las nuevas compañías de larga distancia, para evitar la interconexión con el competidor local.

1.12.4 Fibras ópticas

Como un resultado de la invención del láser, en 1960 los científicos en materiales empezaron a investigar un medio de transmisión óptica que pudiera ser usada para la comunicación de sistemas. El primer desarrollo práctico de una fibra óptica se anunció 10 años después en 1970. Este anuncio describió una fibra basada en silicio con sólo 20 dB/km de atenuación. En sólo menos de 10 años, se han desarrollado fibras ópticas comerciales de hasta 0.2 dB/km de atenuación. Con esta reducción remarcable en la atenuación se atrajo inmediatamente la atención, porque significaba enlaces entre ciudades que podrían ser recorridos con pocos repetidores implicando altos ahorros en equipos y mantenimiento.

Las características particulares de la fibra óptica que la hacen útil para transmisión de sistemas, son: poca pérdida, gran ancho de banda, pequeña sección de empalme físico, inmunidad a la interferencia electromagnética, alta seguridad, para su fabricación existe una alta disponibilidad de materia prima, tienen un gran alcance y muy bajas tasas de error. Sin embargo, requieren de derecho de vía, son sensibles a las curvaturas, su manejo exige capacitación del personal, están expuestas a actos vandálicos y requieren de un estricto procesamiento de fabricación.

Atenuación y dispersión

Las pérdidas de atenuación, en fibras ópticas son causadas por factores intrínsecos y extrínsecos, los factores intrínsecos tales como absorción y dispersión son inherentes a los materiales con que están fabricadas, los factores extrínsecos incluyen la fabricación del cable, efectos del medio ambiente y dobleces e imperfecciones químicas y estructurales de la misma fibra. La absorción intrínseca es causada por la estructura molecular del material. Impurezas tales como iones y metal absorben la luz en particulares longitudes de onda resultando en altas atenuaciones. La dispersión intrínseca es técnicamente conocida como dispersión de Rayleigh en fibras de índice gradual y monomodo que dependen de la cantidad de óxidos (GeO_2 , Al_2O_3 , SiO_3 , etc.) dopados dentro del núcleo. Los factores extrínsecos son dos principalmente conocidos como macrocurvaturas y microcurvaturas, las primeras inducen atenuación como resultado de cómo se utiliza la fibra, esto quiere decir que las macrocurvaturas están asociadas con dobleces en la trayectoria del cable, las microcurvaturas son causadas por pequeñas distorsiones microscópicas a lo largo del eje de la fibra, además la excesiva tensión de la fibra también puede introducir roturas en la superficie de la fibra que eventualmente producen fallas en la fibra. Las microcurvaturas pueden ser reducidas recubriendo las fibras con polímeros elásticos que son resistentes al vapor de agua. Una recubierta no elástica puede reducir las microcurvaturas si es suficientemente dura. La atenuación también depende del tipo emisor utilizado (LED o LASER), de la longitud de la onda transmitida, del tipo de material utilizado en la fabricación de la fibra (plástico, vidrio o silicio) por eso es que los procedimientos de fabricación controlados cuidadosamente pueden mantener bajos los desvanecimientos de las fibras ópticas hasta de 0.2 dB/km para fibras ópticas con una combinación de fibra de vidrio y silicio. Sin embargo, los procedimientos de fabricación para fibras de plástico son más complejos y no se logra mantener una baja atenuación sino que al contrario hay una alta atenuación de 100 dB/km. Las pérdidas por radiación son causadas por pliegues de las fibras especialmente de pequeños radios de curvatura. Las pérdidas por radiación pueden ser particularmente grandes cuando el cableado no cuenta con material de soporte plástico alrededor de la fibra. Esas pérdidas pueden ser minimizadas en parte usando alta apertura numérica (la cual será descrita más adelante). También se deben incluir algunas pérdidas en los conectores de acoplamiento utilizados en los extremos de una fibra. Se pueden minimizar si los extremos de una fibra se terminan correctamente.

En 1970 los investigadores encontraron que la atenuación depende de la longitud de onda. Una fibra óptica típica, tiene tres ventanas como se muestra en la figura 1.12. La primera ventana opera a 850 nm y tiene una atenuación de aproximadamente 2.5 dB por kilómetro de fibra. La segunda y tercera ventana operan a 1,300 y 1,550 nm respectivamente.

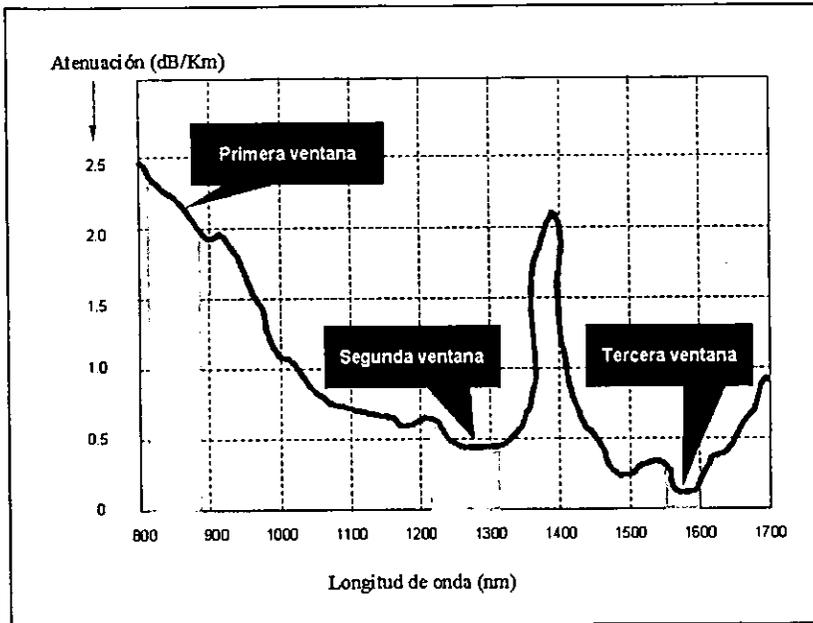


Figura 1.12 Ventanas ópticas

Producto ancho de banda por distancia

Una vez determinados los dos principales efectos que limitan la capacidad de la fibra, la atenuación y la dispersión, ambos fenómenos se incrementan con la distancia. Por lo tanto, la capacidad de la fibra se expresa en términos de un producto ancho de banda por distancia. Por ejemplo un valor típico podría ser de 1000 GHz/km, esto indica una capacidad de 1000 GHz en una fibra de 1 km de longitud.

Inmunidad a la interferencia electromagnética

Debido a que el vidrio tiene una gran resistencia a la electricidad, la fibra por sí misma no puede recibir el ruido de señales de interferencia, o propagar el daño o perjuicio pasajero a equipos en los puntos extremos. La inmunidad a interferencia también significa que el ruido por intermodulación no es un problema inclusive con cables múltiples de fibra. Sin embargo, en sistemas que utilizan repetidores energizados de línea, se incluye alguna cantidad de cobre en el cable para llevar potencia, implicando que es eficiente la inmunidad, particularmente con respecto a los picos de voltaje.

La inmunidad de fibras a interferencias externas tales como ruido e intermodulación implica que no hay límites de inducción por intermodulación que impidan el beneficio de desarrollar transmisores de alto poder o receptores más sensitivos. La sensibilidad en receptores es finalmente limitada por el ruido interno en los detectores de luz y los transmisores de poder tienen limitantes en tecnología debido a la difusión del espectro en las fuentes y no linealidad en la fibra. Sin embargo, hasta que sean superados esos límites, la ausencia de intermodulación permite que la capacidad del sistema de fibra pueda ser incrementado solamente actualizando los componentes electrónicos y no la fibra.

Seguridad

Debido a que las fibras ópticas no radian energía, es imposible una intervención fácil en la señal. Además los interventores de fibra son más difíciles de implantar que interventores de cableado, los cuales solamente requieren "puentear" entre los conductores con una alta impedancia suficiente para remover una utilizable pero inadvertida cantidad de energía de señal. Un proceso similar es posible con fibras ópticas, pero requiere doblar la fibra a una cantidad precisa para permitir escapar una pequeña cantidad de energía y ser amplificada por un interventor. Estos procesos no sólo permiten intervención pasiva de una fibra, sino que las señales pueden inyectarse dentro de una fibra a través de estos dobleces. Esta técnica ha sido usada como un medio de prueba local para medir la efectividad de un empalme de fibra.

Construcción

Un cable de fibra óptica típico, se forma de los siguientes elementos: (1) un filamento de fibra óptica de 125 μm , (2) una cubierta protectora primaria a base de un material acrílico hasta un diámetro de 250 μm que proporciona robustez a la fibra, (3) una protección secundaria a base de un material polimérico hasta un diámetro de 900 μm para dar protección contra la humedad, (4) un elemento de tensión Kevlar, (5) y una cubierta exterior que puede ser de PVC, polietileno, o poliéster. Cada material de estos ofrece varios grados de flexibilidad y funcionamiento térmico además con altos refuerzos de rigidez, también pueden ser manejados de la misma manera que los cables de alambre y coaxiales, tienen propiedades mecánicas, eléctricas y dinámicas, y pueden ser empalmados permanentemente y conectados en campo con facilidad razonable.

Un filamento de fibra óptica consiste del núcleo y el revestimiento, que son transparentes para la señal de luz, pero el revestimiento es diseñado con un bajo índice de refracción, el cual causa que la luz viaje en el núcleo.

Apertura numérica

La apertura numérica determina la eficiencia de acoplamiento entre la fuente de luz (LED o Láser) y la fibra óptica. La apertura numérica es determinada por el tipo y concentración de dopantes en la fibra. Los óxidos de germanio, boro, fósforo, titanio y aluminio son usados comúnmente como dopantes. La apertura numérica para fibras ópticas esta entre 0.15 y 0.25. Para fibras de silicio cubiertas de plástico es cerca de 0.20. Para fibras de silicio dopadas con porcentajes de fluorita es de 0.25. El ángulo de máxima propagación, esta matemáticamente relacionado a la diferencia en los índices refractivos del núcleo de la fibra N_1 y cubierta N_2 , esto es conocido como apertura numérica, la cual es definida de acuerdo a la figura 1.13 que nos muestra la forma en que se aplica un rayo dentro de un cono imaginario, de esta forma el rayo se propaga a través de la fibra. En todo caso un rayo que se refleja de regreso en el núcleo depende del ángulo al cual choca con el limite núcleo-revestimiento. Si el ángulo es demasiado agudo, el rayo no es reflectado pero pasa a través del vestido y es absorbido por lo opaco de la sobrecubierta. Los ángulos agudos pueden ocurrir en dos lugares: (1) cerca de la fuente donde todas las salidas de la fuente no son enfocadas en centro de la fibra y (2) en dobleces, empalmes y otras imperfecciones en la fibra.

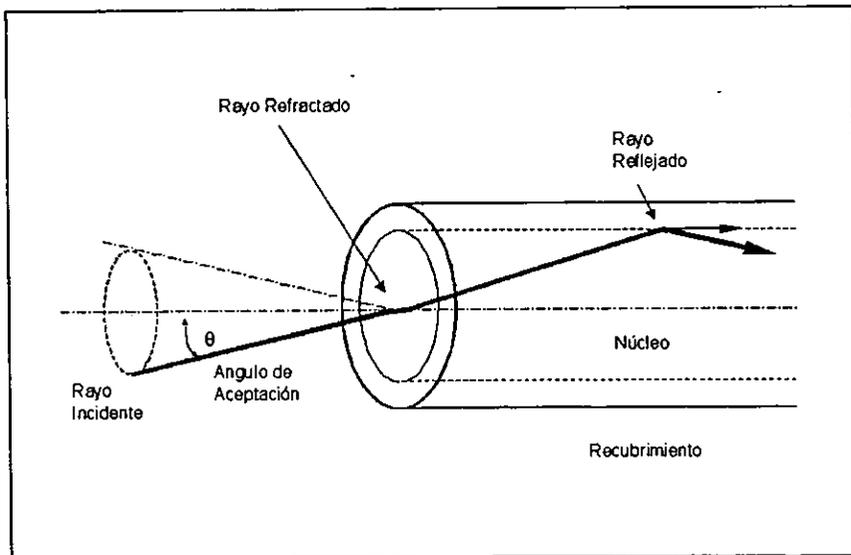


Figura 1.13 Propagación de la luz

Fibras monomodo y fibras multimodo

Las fibras ópticas pueden ser clasificadas como monomodo y multimodo. En el caso de las fibras monomodo, éstas utilizan un diámetro muy pequeño, en donde la señal de la luz viaja con una trayectoria angosta, eliminando la dispersión modal pero complicando su fabricación, alineación y empalme. Sin embargo su ancho de banda es extremadamente alto. Las fibras multimodo permiten muchas trayectorias para la propagación de la luz dentro del núcleo de la fibra. Las características ópticas de las fibras multimodo son determinadas por el diámetro del núcleo, el cual es mucho más amplio que el de la fibra monomodo, el material con el que está hecho el núcleo puede ser de vidrio o de silicio. El diámetro de la cubierta del núcleo se reduce con respecto a la fibra monomodo que es mucho más ancho, el material con el que está hecha la cubierta puede ser de plástico o de un polímero de silicio.

Las fibras multimodo se dividen en dos tipos, de índice escalonado y de índice gradual. El término índice escalonado deriva del hecho que este cable tiene un cambio abrupto en el índice refractivo entre la cubierta y el núcleo. La diferencia entre el índice refractivo de un valor más grande a cero y el diámetro del núcleo es mucho más grande que en una fibra monomodo, en consecuencia la diferencia del acoplamiento de una fibra de índice escalonado es mucho más grande que en una fibra monomodo. Como conclusión la dispersión es más grande y afecta el resultado en grandes diferencias en las trayectorias de longitud entre modos extremos, La fibra multimodo de índice gradual suministra buena eficiencia de acoplamiento y reduce el efecto de dispersión modal. Esto se realiza suministrando un contorno o perfil del índice gradual de refracción a través de la sección de corte de la fibra en lugar del perfil uniforme de núcleo de la fibra de índice escalonado. El perfil de la fibra de índice gradual suministra un índice de refracción, el cual es máximo en el centro de la sección de corte de la fibra y disminuye con el incremento de la distancia radial desde el núcleo de la fibra. La figura 1.14 muestra los tres tipos de fibra multimodo índice escalonado, multimodo índice gradual y monomodo.

Ancho de banda

Cuando se compara con medios de transmisión electromagnética, el ancho de banda de una fibra óptica es absolutamente mayor: una fibra óptica monomodo opera a 1300 o 1550 nm de longitud de onda con un ancho de banda potencial de 20 THz (20×10^{12} Hz), el cual es suficiente para 312 millones de canales a 64 Kbps. Los límites en ancho de banda de los sistemas de transmisión para fibras ópticas son determinados mayormente por los conductores eléctrico-ópticos y receptores o de los dispositivos de interfase. Las fibras multimodo tienen una distancia inherente dependiente de las limitaciones de ancho de banda, pero esta limitante es evitada en las fibras monomodo. Los sistemas de fibra óptica monomodo también tienen una dependencia a la distancia con un máximo en el ancho de banda, pero ésta depende de las fuentes ópticas.

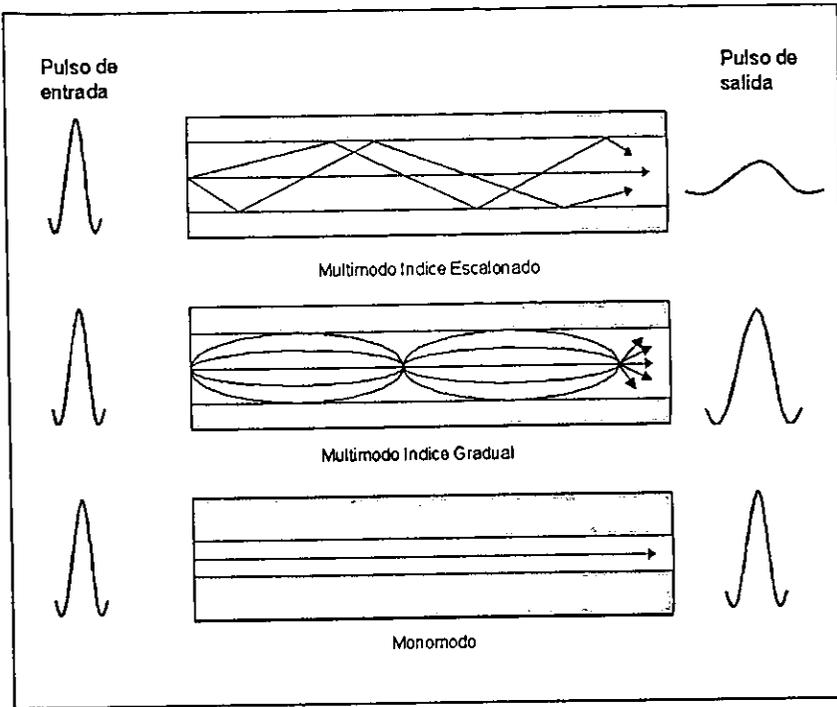


Figura 1.14 Diferentes tipos de fibras ópticas

Elementos de transmisión para sistemas de fibra óptica

Los elementos básicos de los sistemas de transmisión de fibra óptica son el transductor eléctrico-óptico en la terminal transmisora, la fibra óptica por sí misma, el transductor óptico-eléctrico en el receptor, y el circuito de procesamiento de señal para amplificación, recuperación de reloj y detección de datos. Si se requiere de repetidores, la tecnología disponible requiere conversión de la señal óptica a eléctrica para las funciones de procesamiento de señal y conversión de regreso a óptica para transmisión. Una área de intenso interés para la investigación envuelve el desarrollo de amplificación óptica directa para repetidores y otras aplicaciones.

Transductores eléctrico - óptico

Existen dos tipos básicos de dispositivos semiconductores que convierten señales eléctricas a ópticas y que pueden tener la señal acoplada a una fibra óptica: diodos láser (LDs) y diodos de

emisión de luz (LEDs). Los LDs generalmente proporcionan mejor rendimiento en términos de alta potencia de salida, mayor ancho de banda y un estrecho espectro de señal. Los LEDs por otro lado, son menos costosos y requieren de circuitos de interfaces sencillas, son más tolerantes a las condiciones ambientales, y son generalmente más confiables. Por lo que los LDs se usan para distancias de transmisión más largas y LEDs se usan cuando los costos de interfase son más importantes que el rendimiento.

Transductores óptico - eléctrico

Existen dos tipos básicos de fotodetectores disponibles como transductores para convertir la energía óptica en el receptor a energía eléctrica para amplificación y otros procesos como recuperación del reloj y detección de datos. (1) Los diodos PIN de silicón fueron los primeros fotodetectores utilizados en sistemas con longitudes de onda de 800 - 900 nm. Estos diodos no son costosos, son confiables y ofrecen buen rendimiento. Su mayor defecto es que no operan a altas longitudes de onda donde la pérdida de fibra es minimizada. (2) El segundo tipo básico de fotodetector es un APD (Fotodiodo de Avalancha; *Avalanche PhotoDiode*), el cual realza la sensibilidad del receptor porque opera con ganancia interna. (Un diodo PIN no tiene ganancia interna y además requiere de amplificación externa, la cual incrementa el nivel de ruido). La amplificación inherente en la conversión de una señal óptica a una señal eléctrica es útil porque esto significa que un APD puede ser de 10 a 15 dB más sensible en detectar bajos niveles de señales a un rango de error dado. La mayor desventaja de un APD es que necesita una fuente de alto voltaje para operar y es muy sensible a la temperatura. Los APD's son adecuados para grandes velocidades, con fibras monomodo y fuentes láser.

Conectores

Su misión es unir a la fibra con el equipo de transmisión, o a las fibras entre sí, deben de ofrecer características de atenuación y reflexión similares a las de un empalme y soportar condiciones ambientales como la temperatura y la humedad. Deben permitir la conexión y desconexión en repetidas ocasiones. Los más comunes son:

1. *SMA (Sub Miniature Assembly)*. Derivado del conector coaxial, se emplea en transmisión de datos sólo con fibras multimodo; puede montarse a la fibra sin necesidad de mayor equipo adicional.
2. *FC (Fiber Connector)*. Originario de Japón, con contacto PC, se usa con monomodo en redes LAN e interurbanas; requiere de maquinaria especial (pulidoras), es un conector caro que requiere de espacio para conectarse.
3. *SC (Subscriber Connector)*. Derivado del FC que contempla aplicaciones futuras, no necesita gran espacio, pero aún se requiere maquinaria para su montaje.

4. *ST (Starigt Tip)*. Diseñado por AT&T como competidor del SMA. Su principal aplicación es en la transmisión de datos en multimodo y monomodo, su montaje es fácil y por emplear pocas piezas, no es caro.
5. *Volition VF-45*. El Volition VF-45 de 3M es un conector de los más nuevos de fibra óptica duplex para redes ópticas de banda ancha hasta el usuario, con alta rentabilidad, el conector VF-45 funciona en aplicaciones de fibra óptica, como un conector modular de ocho pines tipo RJ-45.

Aplicaciones de las fibras ópticas

1. Enlaces dedicados
2. Redes urbanas
3. Redes de larga distancia
4. Acceso a usuarios corporativos
5. Cables submarinos
6. Redes de datos
7. Aplicaciones médicas

1.13 CONSIDERACIONES DE TRÁFICO TELEFÓNICO

Como es conocido, la palabra tráfico significa el movimiento de vehículos y peatones a lo largo de una ruta. De este concepto original, es permitido decir que el flujo de información o señales transmitidas sobre un sistema de comunicación, inclusive de un sistema telefónico, es conocido como tráfico.

A través de los años se han desarrollado numerosos algoritmos para predecir cómo ocurrirá el tráfico telefónico, basado en parámetros específicos. El tráfico telefónico generalmente se mide en términos de tiempo, cuántas llamadas se realizan, y la cantidad de tiempo que se requiere para realizarlas. Las mediciones de tráfico incluyen el número total de llamadas atendidas durante un periodo específico. Comúnmente este periodo, es la hora más ocupada del sistema, llamada "hora pico". El uso puede especificarse en términos del porcentaje de tiempo que una troncal o un conmutador está en uso. El desborde puede medirse como el porcentaje de llamadas que encontraron algún sector en particular de equipo o al sistema entero ocupado.

Cada conmutador de oficina local es diseñado cuidadosamente para encontrar las necesidades del área del cliente a la cual le da servicio. Se planea una suficiente capacidad de procesamiento de llamadas que permita aproximadamente de 10% a 12 % de todos los clientes hacer una

llamada telefónica al mismo tiempo. Es altamente inusual que esta capacidad sea excedida aun en la hora pico.

El tráfico telefónico se define como la ocupación de los recursos de conmutación y transmisión de la red telefónica, involucrados en el establecimiento de una llamada, así como su duración. En general, el volumen de tráfico telefónico puede ser definido por la siguiente ecuación:

$$T = \sum_i^n X_i H_i$$

Donde: T = Tráfico de voz

X = Llamada

H = Duración de la llamada

Cuando el tráfico de voz es expresado en segundos se conoce como Cs (Llamada-Segundo; *Call-second*). El EBHC (Tráfico Promedio en la Hora Pico; *Equated Busy Hour Call*), es otra unidad utilizada en el diseño de un sistema telefónico, que se define como la intensidad de tráfico promedio en uno o más trayectos ocupados en la hora pico por una llamada de dos minutos o por un conjunto con la misma duración. Sin embargo, el término más utilizado para unidades de tráfico es el Erlang, llamado así por el Ingeniero danés y matemático A.K. Erlang. El cual se define de la siguiente manera: Cuando una línea ha sido ocupada por una hora continua de comunicación, se expresa como tráfico de 1 Erlang. También 1/36 de Erlang es llamado CCS (100 Llamada-Segundo; *Century Call-Second*) que significa cientos de segundos de llamada por hora (C = 100 en números Romanos). El número de llamadas por el promedio de duración en segundos da el tráfico en segundos de llamada y dividiendo por 100 da el número de cientos de segundos de llamada CCS, por lo tanto la relación de conversión a Erlangs, se expresa como sigue:

$$3600 \text{ Cs} = 30 \text{ EBCH} = 1 \text{ Erlang} = 36 \text{ CCS}$$

Congestión

El uso imprevisto del teléfono hace necesario construir en exceso la capacidad de los sistemas para el manejo de llamadas. El grado de servicio de un sistema, típicamente es medido en términos de probabilidad de bloqueo de llamadas.

Se han desarrollado modelos matemáticos para describir la situación que resulta cuando un sistema de comunicación se congestiona. Estos modelos relacionan la probabilidad de bloqueo con el volumen de tráfico para diferente número de troncales.

Hora pico

Se refiere al intervalo de 60 minutos en el cual la intensidad de tráfico es mayor que en cualquier otro periodo de la misma duración, se caracterizan las fuentes y se definen horas pico dentro del día y horas pico dentro de la semana. Las estadísticas muestran que un teléfono residencial se utiliza entre 5 % y 10 % de la hora pico, lo cual quiere decir, una intensidad de tráfico entre 0.05 y 0.1 Erlangs. También que el tiempo promedio de duración de las llamadas está alrededor de los 3 y 4 minutos. Lo que significa una o dos llamadas durante la hora pico. El comportamiento de un teléfono residencial difiere de uno comercial y estas diferencias pueden ser aprovechadas para el dimensionamiento y utilización de la red de telefonía.

Relación entre tráfico y factor de bloqueo

La probabilidad de que una llamada se pierda va a depender del "Factor de Bloqueo" que el administrador desee para su sistema. El cual representa la probabilidad de que un intento de llamada sea bloqueado. Por ejemplo: Factor de bloqueo $B = 0.01$ significa la probabilidad del 1 % de que una llamada va a ser bloqueada. En otras palabras, esto significa que una llamada se bloqueará de 100 intentos de llamadas.

Tablas de Erlang

Al igual que en otras áreas de la ingeniería, existen en la literatura datos tabulados que ahorran un gran número de cálculos, los cuales están diseñados para tres tipos de sistemas:

1. *Sistemas con pérdidas (Loss Systems)*. El tráfico en sobrecarga es rechazado y por lo tanto no es atendido. Por ejemplo, una central telefónica en la que todos sus circuitos de salida se encuentran ocupados (congestión). Tablas: Poisson, Erlang B, Erlang-Engset, Extended Erlang B y ERT (*Equivalent Random Theory*).
2. *Sistemas con retardo (Delay Systems)*. El tráfico en sobrecarga es puesto en una cola de espera y retrasado para después ser atendido. Por ejemplo, un conmutador de paquetes de datos. Tablas: Erlang C, M/G/1, M/G/1 con prioridades y G/G/1.
3. *Sistemas con retardo y con pérdidas (Delay and Loss Systems)*. Es una combinación de los dos casos anteriores. Tablas: Tiempo limitado en cola (*limited time on queue*), M/M/c/K y M/G/c/K.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta parte se presenta el funcionamiento de la red de comunicaciones de datos, tal como está operando actualmente para *Hoteles Camino Real* y se describen las necesidades de comunicación de las nuevas aplicaciones que requieren ser transportadas. Esto es con el fin de mostrar y poder justificar las razones de peso para cambiar la red actual de comunicaciones sin afectar el funcionamiento del sistema de reservaciones.

También se analizarán los volúmenes de tráfico de voz/fax y datos en horas pico para planear los elementos que deberán emplearse dentro del diseño de la red y así poder definir el ancho de banda para cada uno de los enlaces.

2.1 FUNCIONAMIENTO DE LA RED ACTUAL DE COMUNICACIONES

En los "Antecedentes" se describió la situación actual de la red de comunicaciones de *Hoteles Camino Real*, en esta sección se describirá la configuración y operación de la red de comunicaciones con nodo central ubicado en las *Oficinas Corporativas* de la ciudad de México.

El sistema *Starfact* opera para aplicaciones de reservaciones que requieren tiempos de respuesta rápidos, con facilidades de procesamiento transaccional y que tienen bajos volúmenes de tráfico.

El sistema de reservaciones *Starfact* está instalado en un minicomputador AS400 de IBM el cual opera en 60% las 24 horas del día, los 365 días del año. Por medio de una interfase V.24 de comunicaciones, la señal es enviada por un solo canal a un puerto del ruteador de paquetes X.25, en donde son recibidas todas las direcciones de los hoteles, el ruteador se encarga de mandar la información a cada uno de los hoteles de acuerdo con su dirección previamente establecida. El ruteador de paquetes X.25 está configurado internamente para direccionar la señal a los puertos de salida de cada uno de los hoteles remotos y al centro de reservaciones de

las *Oficinas Corporativas*. La señal digital que sale del ruteador de paquetes X.25 a cada uno de los hoteles es llevada a equipos conocidos como DTU (Unidad Terminal de Datos; *Data Terminal Unit*), los cuales son acondicionadores de líneas digitales y convertidores de interfase que trabajan *full duplex*, con capacidad para manejar dos puertos de 64 Kbps con interfase V.35 cada uno. De los DTU's la señal sale hacia un multiplexor E1, el cual suministra 32 canales de 64 Kbps, donde 30 son de datos y dos de señalización, de los 30 canales sólo son utilizados cuatro de 64 Kbps conocidos como E0 o DS0.

El primero proporciona servicio a los hoteles *Camino Real Acapulco*, *Camino Real Guadalajara*, *Camino Real Las Hadas*, *Camino Real Mazatlán*, *Camino Real Puerto Vallarta*, *Camino Real Saltillo* y *Camino Real Sumiya*. El enlace es enviado a través de fibra óptica terrestre hacia el centro de operaciones de un proveedor de servicios para comunicaciones satelitales, donde la señal llega a este centro para ser subida al satélite a través de una antena maestra HUB, el satélite recibe la señal a través de una técnica conocida como TDM/TDMA, posteriormente el satélite retransmite la señal a cada uno de los hoteles, a una velocidad de 9.6 Kbps, en cada hotel se recibe la información a través de un módem de ráfaga satelital conocido como IDU, el cual se conecta a un cable de señal tipo RS-232, que es la interfase entre el módem de ráfaga IDU y el controlador de la red de área local *Token Ring* para las terminales de reservaciones en el hotel.

La función del controlador es la de ser la interfase entre la red de área local *Token Ring* y el minicomputador principal AS 400 que está instalado en las *Oficinas Corporativas*. El controlador es un equipo emulador de terminales 5250 de IBM que permite el intercambio de información entre dos sistemas diferentes que requieren de algún tipo de conversión de protocolo, en este caso el controlador actúa como un servidor de la red de área local 802.5 conocida como *Token Ring* que trabaja con base en un protocolo *Token Passing* y convierte la información a un protocolo conocido como X.25, que se maneja por paquetes. El *software* de comunicaciones X.25 está instalado tanto en el minicomputador principal AS400 como en los controladores en las estaciones remotas.

El diseño de esta red está limitado a enlaces que trabajan con el protocolo de comunicaciones X.25 a una velocidad de 9.6 Kbps, lo que limita el uso de aplicaciones como tráfico de datos de redes LAN y canales de voz.

El segundo canal de 64 Kbps por fibra óptica se dirige hacia Ciudad Juárez, Chihuahua, posteriormente, mediante un cruce de frontera con acuerdo internacional, la señal es transportada hasta la ciudad de El Paso, Texas y se entrega mediante un enlace tipo DS0 en el

nodo de comunicaciones ubicado en el hotel *Camino Real Paso del Norte*. Por medio de un equipo DTU/DSU la señal es demodulada y convertida a una interfase V.35 para conectar a un equipo multiplexor que fracciona el ancho de banda de 64 Kbps en tres canales de voz/fax de 8 Kbps y cuatro canales de datos, el primero de 19.2 Kbps para el sistema de reservaciones *Starfact* del hotel, el segundo de 9.6 Kbps para la interfase con el sistema de reservaciones Internacionales y los dos últimos de 10.8 Kbps para llevar señales de terminal e impresora de este sistema a la oficina central en la ciudad de México. La señal se conecta a otro multiplexor el cual es un fraccionador de 64 Kbps convirtiendo en cuatro señales: la interfase, terminal e impresora, a la ciudad de México y una terminal ubicada en el hotel *Camino Real Paso del Norte*. Después de multiplexar la señal es convertida a una interfase tipo V.35 la cual es conectada a otro equipo DTU/DSU y por medio de otro enlace tipo DS0 la señal se envía al Centro de reservaciones internacionales en Estados Unidos.

El tercer y cuarto canales de 64 Kbps, son enlaces punto a punto y dan servicio a los hoteles *Camino Real Puebla* y *Camino Real Cancún*, donde la señal es recibida en equipos NTU, que se encargan de acondicionar la línea digital y entregar la señal en interfase V.35 para poder conectar los equipos multiplexores, los cuales actualmente proporcionan el servicio de reservaciones *Starfact* y servicios de voz/fax. Estos equipos tienen la capacidad interna de manejar protocolos como TCP/IP, IPX, SNA, etc., y pueden dar la interconectividad necesaria para enlazar redes LAN entre las *Oficinas Corporativas* y los hoteles.

Por medio de una línea privada a 64 Kbps punto a punto se proporciona servicio al hotel *Camino Real México*, el cual recibe la señal en un equipo DSU/CSU, para posteriormente entregar la señal en interfase V.35 a un controlador que se encarga de recibir el protocolo de red WAN tipo X.25 para acoplarlo al protocolo de red LAN tipo *Token Ring*.

Los hoteles *Camino Real Oaxaca*, *Camino Real Tijuana*, *Camino Real Tuxtla*, *Camino Real Villahermosa* y *Camino Real Zaashila* no tienen infraestructura de comunicaciones, por lo tanto no tienen la posibilidad para enlazarse al sistema *Starfact* para consultar y hacer reservaciones, éstas le son suministradas automáticamente al momento de ser generadas, a través de un servidor de fax conocido como *FaxStar*, que envía las reservaciones a equipos de fax instalados en estos hoteles.

La figura 2.1, muestra los principales elementos de la red actual de comunicaciones.

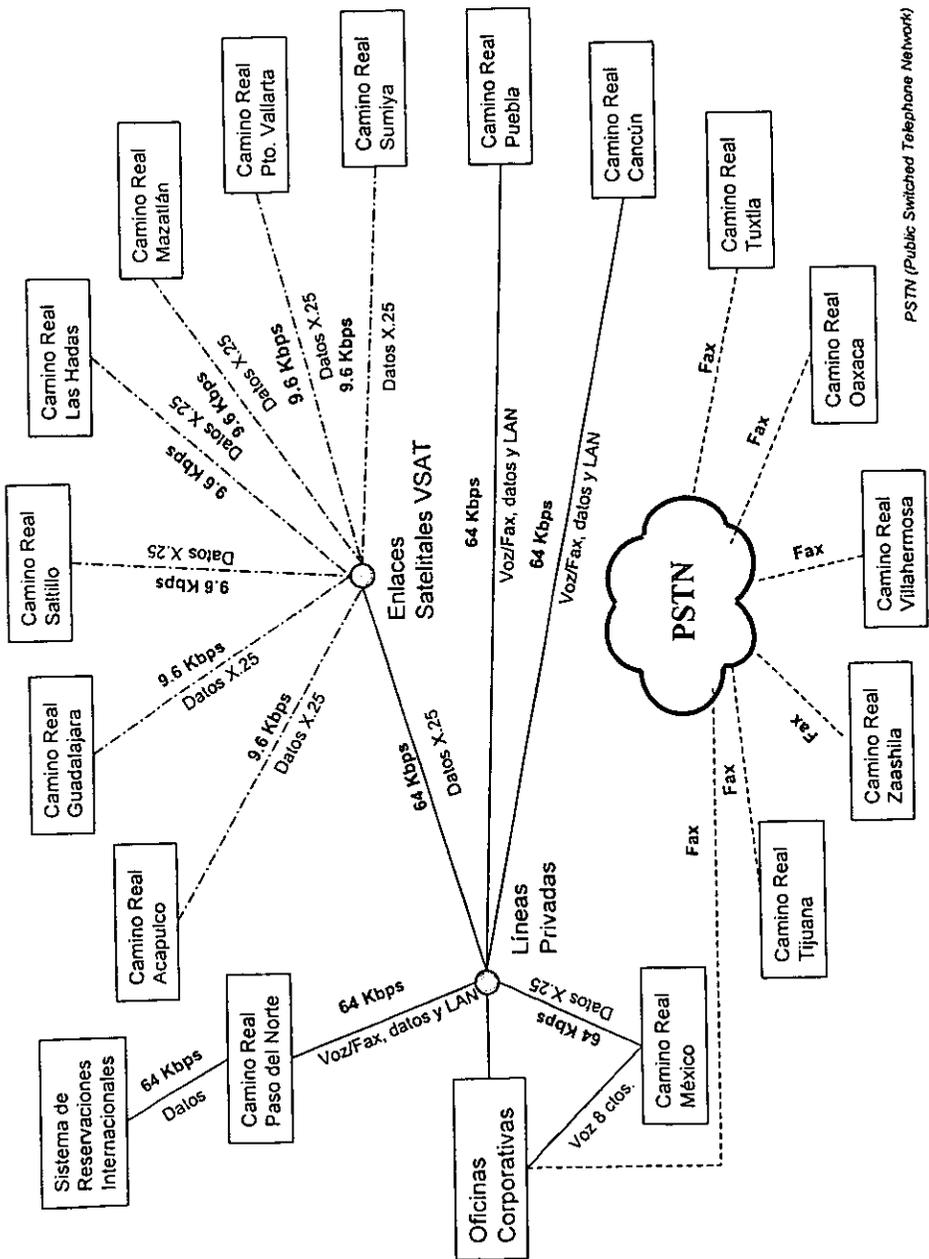


Figura 2.1 Red actual de comunicaciones.

En general, los departamentos de reservaciones de *Hoteles Camino Real* utilizan PC's que trabajan como terminales 5250 de IBM a través de un *software* de emulación, que utiliza el sistema operativo DOS 3.1 y el protocolo de red LAN *Token Ring*, por lo que será necesario actualizar este equipo que ya está discontinuado.

Características de la Red Actual de Comunicaciones

Enlaces satelitales VSAT (Terminal de Apertura muy Pequeña; *Very Small Aperture Terminal*)

1. Se emplea un satélite geoestacionario, cada estación requiere línea de vista permanente con el satélite
2. Generalmente para tráfico de velocidad variable, pero también puede ser usado para tráfico de velocidad constante
3. Principal aplicación en redes privadas punto a punto y punto multipunto de una o dos vías
4. Costo-beneficio adecuado para más de 50 puntos dispersos geográficamente
5. Utiliza las bandas Ku y C
6. Vida útil limitada, por la duración del satélite en órbita
7. El ancho de banda necesario depende del número de estaciones remotas, técnicas de acceso y servicios
8. El ancho de banda para *Hoteles Camino Real* es de 9.6 Kbps
9. Presencia de retardo
10. Movilidad muy amplia
11. Capacidad media de transmisión de información
12. Mayor costo para incrementar el ancho de banda satelital
13. Mayor posibilidad en interrupciones de transmisión por efectos atmosféricos

Protocolo de comunicaciones X.25

1. Protocolo de comunicaciones utilizado en los ochenta
2. Confirmación entre nodos a nivel 2 y 3 de la capa OSI
3. Diseñado para volúmenes pequeños de información, generalmente para aplicaciones Terminal-Host, puntos de venta, operaciones transaccionales, terminales bancarias, etc.
4. Los paquetes de control de llamada (SVC), utilizados para establecer y liberar circuitos virtuales son transportados en el mismo canal y circuito virtual que el que se utiliza para los paquetes de datos
5. La multiplexación de los circuitos virtuales se realiza en el nivel 3
6. Los niveles 2 y 3 de OSI incluyen mecanismos de control de flujo y de control de errores
7. Diseñado para operar en medios de comunicación analógicos
8. Paquetes de información menores a 256 Bytes

9. No es óptimo para archivos grandes
10. Utilizado para tráfico de velocidad variable (VBR, *Variable Bit Rate*) como datos e imagen
11. Retardo alto y bajo desempeño
12. Alta confiabilidad
13. Sigue siendo utilizado en la actualidad, ya que se adapta para algunas aplicaciones especiales

2.2 PLANTEAMIENTO DE LAS NECESIDADES

La necesidad que se presenta es la optimización de las comunicaciones para integrar diferentes tipos de tráfico en una red de datos ya existente, para esto será necesario conectar por medio de un enlace a cada uno de los hoteles con las *Oficinas Corporativas*. Actualmente la red de datos se encuentra trabajando a través de líneas privadas digitales, por medio de enlaces satelitales tipo VSAT y el protocolo X.25 con ruteadores que conectan a los diferentes hoteles, por lo que uno de los objetivos será el de encontrar una solución capaz de soportar los diferentes tipos de tráfico de voz/fax y datos generados por cada uno de los hoteles. De este modo también será posible la conexión de redes LAN de las *Oficinas Corporativas* con su contraparte de los hoteles, para que las aplicaciones que operan en este medio puedan ser consultadas por los empleados de *Hoteles Camino Real* que así lo requieran.

Un ejemplo podría ser el programa *Huésped Distinguido* que se pretende instalar en una PC en cada uno de los hoteles y a través de estos nuevos enlaces de comunicaciones conectarse con el servidor de este programa que opera con Windows NT ubicado en las *Oficinas Corporativas*, también se pueden interconectar los servidores que tienen instalado el programa de ventas *Goldmain* que opera bajo Windows NT. Además, puede agregarse el uso de correo electrónico y transferencia de archivos.

En cuanto a la transmisión de datos de los centros de reservaciones de los hoteles se requiere mejorar el rendimiento de la comunicación, reduciendo los problemas por las caídas de enlaces y los gastos en llamadas telefónicas al centro de control en México.

Otra de las necesidades es la de proporcionar una interfase entre el computador AS400 de las *Oficinas Corporativas* con sus similares de los hoteles, para permitir que los programas que manejan, como bases de datos con inventarios de habitaciones y otros programas, puedan ser compartidos fácilmente, de esta manera se reducirán los costos actuales de operación.

Del mismo modo es posible suministrar un servicio de control de monitoreo y diagnóstico en forma remota de todos los enlaces y equipos que estarán instalados en los hoteles.

Las capacidades de conexión a redes proporcionan flexibilidad, transparencia y racionalización de los recursos, asegurando el aumento de eficiencia y facilitando mejores comunicaciones para cualquier organización grande y geográficamente dispersa. Poder suministrar estos servicios entre las *Oficinas Corporativas* y los *Hoteles Camino Real* va a redundar en beneficios a todos los departamentos, ya que se logrará eficiencia en los tiempos de respuesta en las telecomunicaciones de voz/fax y datos, logrando con ello una mejor y más rápida atención a los problemas que existan. También la solución de estas necesidades traerá como consecuencia un mejor servicio de hotelería para todos los huéspedes. El beneficio principal para *Hoteles Camino Real* será el de captar más clientes, abrir nuevos negocios, estar a la vanguardia en cuanto a tecnología, logrando con ello calidad en sus servicios que proporcione al cliente, y seguir siendo en México una de las principales cadenas de Hoteles Gran Turismo.

2.2.1 Descripción de las aplicaciones

Starfact

Sistema de reservaciones de *Hoteles Camino Real*, instalado en un AS400 de las *Oficinas Corporativas*, sus terminales se migrarán completamente a un ambiente de red LAN con protocolo Ethernet 802.3.

Interfaces

Actualmente los inventarios de cuartos-noche por hotel se actualizan mediante información enviada por los hoteles vía fax al departamento de reservaciones ubicado en las *Oficinas Corporativas*, por lo que será necesario crear una interfase para conectar el AS400 de las *Oficinas Corporativas* con sus similares de los hoteles, para automatizar la actualización de bases de datos.

Huésped distinguido

El sistema de *Huésped Distinguido*, está instalado en un servidor ubicado en las *Oficinas Corporativas* y opera con Windows NT sobre una red LAN Ethernet. Este programa guarda la información de los clientes frecuentes de Camino Real y tiene como finalidad otorgar beneficios a los huéspedes de acuerdo con su historial de consumos en hoteles. Actualmente los hoteles envían información en papel y discos flexibles por valija a las *Oficinas Corporativas* para mantener actualizada esta base de datos.

Goldmain

Goldmain es otro sistema utilizado actualmente, el cual contiene la información de clientes de *Hoteles Camino Real* y sirve como apoyo a los departamentos de ventas de las *Oficinas Corporativas* y hoteles. Este sistema es consultado por todos los ejecutivos de ventas de la cadena y requiere tener información actualizada, la cual es capturada en un servidor ubicado en las *Oficinas Corporativas* que utiliza Windows NT y que está conectado a la red LAN Ethernet. Esta información es enviada por los hoteles utilizando *Internet* o discos flexibles.

Para los sistemas de *Huésped Distinguido* y *Goldmain*, se requiere una solución que permita actualizar sus bases de datos en tiempo real.

Voz/Fax

La mayoría de las llamadas entre los diferentes hoteles de voz/fax consideradas de negocios se efectúan vía la red telefónica pública, generando un alto costo de operación, ya que son facturadas por minuto, excepto para *Camino Real Paso del Norte*, *Camino Real Puebla* y *Camino Real Cancún*, que cuentan con equipos con capacidad de transmisión de canales de voz/fax. Sin embargo, será necesario contar con esta facilidad para todos los hoteles, la cual reduce los costos de operación actuales en llamadas de larga distancia nacional, internacional y mundial.

Correo electrónico y transferencia de archivos

Para este servicio se utiliza la red pública *Internet* ocasionando algunos problemas de disponibilidad y capacidad de transmisión, por lo que se requiere una mejor solución que garantice esta comunicación, la cual tendrá la posibilidad de utilizar la red *Internet* como respaldo.

Monitoreo y diagnóstico

Para administrar los equipos será necesario contar con una herramienta para monitoreo y diagnóstico, la cual requiere de un pequeño ancho de banda en los enlaces.

2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En referencia al funcionamiento de la red actual de comunicaciones para *Hoteles Camino Real*, se hará un análisis de las desventajas que se tienen al seguir operando bajo un sistema de capacidad limitada y la necesidad de operar con una red que ofrezca mayor flexibilidad en el manejo de información y capacidad de crecimiento, con un menor costo de operación, como sería el caso de la sustitución de la red satelital tipo VSAT con protocolo X.25, por una nueva red de comunicaciones.

Es necesario considerar que la red actual de comunicaciones no ofrece servicio a cinco hoteles de la cadena y está principalmente compuesta por enlaces satelitales con protocolo X.25. Solamente existen dos enlaces recientemente instalados con líneas privadas y equipos multiplexores que usan un protocolo propietario de comunicación.

La red actual de comunicaciones utiliza tecnología desarrollada para la transmisión de datos en medios de comunicación analógicos, por lo que no podría soportar aplicaciones que requieran de mayor rendimiento en la red como es el caso de voz/fax y datos. El medio de comunicación podría manejar esta condición, sin embargo, actualmente es más rentable contratar enlaces terrestres ya que en las localidades a conectar existe la infraestructura necesaria. El servicio satelital es rentable para una gran cantidad de localidades o para sitios remotos donde no existe servicio de líneas privadas terrestres.

La mayoría de los equipos utilizados actualmente están discontinuados y tienen siete años de operación, por lo que los mantenimientos son cada vez más frecuentes y en ocasiones se dificulta obtener las refacciones necesarias. Debido a ello y a la limitante de manejar tráfico de voz y datos, la red actual tiene un alto costo de operación.

De ahí la necesidad de cambiar la red actual de comunicaciones por una solución que contemple una tecnología adecuada a los nuevos requerimientos de *Hoteles Camino Real*, con un importante impacto en el costo-beneficio, así como la incursión en el uso de tecnologías modernas.

2.4 TRÁFICO DE VOZ

Este estudio tiene como finalidad presentar la situación actual de tráfico para voz/fax y datos entre los *Hoteles Camino Real* y *Oficinas Corporativas*, para poder determinar el ancho de banda necesario para cada localidad.

Considerando el proyecto que se está analizando, corresponde a un sistema con pérdidas y las tablas que se usarán serán tipo Erlang B. (ver cuadro 2.1)

Por lo tanto, para calcular el número de troncales necesarias en un sistema, cuando se está evaluando, se requiere conocer primero la cantidad y duración de las llamadas en la hora pico, con esta información es posible obtener el valor en Erlangs, posteriormente se debe elegir un factor de bloqueo y con ayuda de las tablas de Erlang B es posible determinar el número de troncales necesarias.

Cuadro 2.1 Erlang B

n	B	0.001	0.002	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1
1		0.001	0.002	0.010	0.020	0.031	0.053	0.111
2		0.046	0.065	0.153	0.224	0.282	0.381	0.595
3		0.194	0.249	0.456	0.602	0.715	0.899	1.271
4		0.439	0.535	0.870	1.092	1.259	1.525	2.045
5		0.762	0.900	1.361	1.657	1.875	2.219	2.881
6		1.146	1.325	1.900	2.276	2.543	2.960	3.758
7		1.579	1.794	2.501	2.935	3.250	3.738	4.666
8		2.051	2.311	3.128	3.627	3.987	4.543	5.597
9		2.558	2.855	3.783	4.345	4.748	5.370	6.546
10		3.092	3.427	4.461	5.084	5.529	6.216	7.511
11		3.651	4.022	5.160	5.842	6.328	7.076	8.487
12		4.231	4.637	5.876	6.615	7.141	7.950	9.474
13		4.831	5.270	6.607	7.402	7.967	8.835	10.470
14		5.446	5.919	7.352	8.200	8.804	9.730	11.454
15		6.077	6.582	8.108	9.010	9.650	10.633	12.484
16		6.722	7.253	8.875	9.828	10.505	11.544	13.500
17		7.378	7.946	9.652	10.656	11.368	12.461	14.522
18		8.046	8.641	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548
19		8.724	9.351	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579
20		9.412	10.068	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613
21		10.108	10.793	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651
22		10.812	11.525	13.651	14.896	15.778	17.132	19.693
23		11.524	12.265	14.471	15.761	16.676	18.080	20.737
24		12.243	13.011	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784
25		12.969	13.763	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833
26		13.701	14.522	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885
27		14.439	15.285	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939
28		15.182	16.054	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995
29		15.930	16.828	19.487	21.390	22.140	23.833	27.053
30		16.684	17.606	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113
31		17.442	18.389	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174
32		18.205	19.176	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237
33		18.972	19.966	22.909	24.626	25.944	27.721	31.301
34		19.743	20.761	23.772	25.529	26.779	28.698	32.367
35		20.517	21.560	24.638	26.435	27.711	29.677	33.434

De acuerdo con el alcance del proyecto, se puede calcular el tráfico telefónico administrativo que existe en cada uno de los *Hoteles Camino Real* y *Oficinas Corporativas*, considerando a estas últimas punto estratégico de la red, dando como resultado una topología tipo estrella. Así podemos determinar la cantidad de troncales necesarias en las diferentes localidades.

El factor de bloqueo que se considerará para el cálculo será de $B = 0.05$, que significa una probabilidad de 5 % de que una llamada sea bloqueada, lo cual es adecuado para una red privada de voz, ya que a menor factor de bloqueo, mayor costo en la red.

Para el hotel *Camino Real México*, debido a su cercanía con las *Oficinas Corporativas*, se cuenta con un cable de cobre de 50 pares de los cuales se están utilizando 8 canales de voz para comunicación con las *Oficinas Corporativas*, por lo anterior, sólo será necesario efectuar el análisis de tráfico de llamadas de larga distancia internacional y mundial que genera este hotel, para obtener así los beneficios de la red.

El tráfico de voz entre los diferentes hoteles es muy poco considerado con el tráfico a las *Oficinas Corporativas*, por lo que no será considerarlo en este estudio.

Para considerar el tráfico telefónico, se concentró la información de llamadas, que fueron proporcionadas por los sistemas de tarificación de cada hotel y *Oficinas Corporativas*, durante el mes de mayor producción, para determinar el día de más alto tráfico y a su vez la hora pico en ese día, y así poder obtener la siguiente información.

2.4.1 Tráfico para hoteles

Tráfico de salida

El cuadro 2.2 corresponde al tráfico de salida de hoteles a *Oficinas Corporativas*, ciudad de México y larga distancia internacional y mundial.

Tráfico de entrada

El cuadro 2.3 corresponde al tráfico de entrada a hoteles y ciudades con presencia de un hotel, procedente de las *Oficinas Corporativas*. Para el caso de *Camino Real Paso del Norte*, el tráfico de entrada corresponde a las llamadas generadas por otros hoteles a *Camino Real Paso del Norte* y larga distancia internacional y mundial.

Cuadro 2.2 Tráfico de salida de hoteles

Origen	Hora pico	Cantidad de llamadas	Segundos de llamada
C. R. Acapulco	9:00	7	1,708
C. R. Cancún	12:00	10	3,280
C. R. Guadalajara	16:00	7	1,092
C. R. Las Hadas (Manzanillo)	17:00	7	1,071
C. R. Mazatlán	17:00	4	1,432
C. R. México	11:00	5	1,897
C. R. Oaxaca	17:00	3	930
C. R. Paso del Norte	11:00	0	0
C. R. Puebla	9:00	6	1,254
C. R. Puerto Vallarta	16:00	8	784
C. R. Saltillo	9:00	7	2,940
C. R. Sumiya (Cuernavaca)	11:00	12	4,272
C. R. Tijuana	12:00	11	3,311
C. R. Tuxtla	11:00	6	1,788
C. R. Villahermosa	17:00	4	1,700
C. R. Zaashila (Huatulco)	11:00	8	1,680

Cuadro 2.3 Tráfico de entrada a hoteles y ciudades

Destino	Hora pico	Cantidad de llamadas	Segundos de llamada
C. R. Acapulco y Acapulco	9:00	5	1,260
C. R. Cancún y Cancún	12:00	11	4,103
C. R. Guadalajara y Guadalajara	16:00	11	2,057
C. R. Las Hadas y Manzanillo	17:00	8	1,137
C. R. Mazatlán y Mazatlán	17:00	5	900
C. R. México y Ciudad de México	No aplica	No aplica	No aplica
C. R. Oaxaca y Oaxaca	17:00	5	1,575
C. R. Paso del Norte y L. D. Internacional y Mundial	11:00	23	9,848
C. R. Puebla y Puebla	9:00	9	1,764
C. R. Puerto Vallarta y Puerto Vallarta	16:00	11	2,354
C. R. Saltillo y Saltillo	9:00	3	2,340
C. R. Sumiya y Sumiya	11:00	12	2,340
C. R. Tijuana y Tijuana	12:00	4	1,116
C. R. Tuxtla y Tuxtla Gutiérrez	11:00	5	720
C. R. Villahermosa y Villahermosa	17:00	3	1,018
C. R. Zaashila y Huatulco	11:00	2	240

2.4.2 Tráfico para las Oficinas Corporativas

Para determinar la cantidad de troncales necesarias para las *Oficinas Corporativas* se considera el tráfico de llamadas en la hora pico a hoteles de la cadena, ciudades donde existe un hotel de la cadena, así como las llamadas de larga distancia internacional y mundial.

Tráfico de salida

El cuadro 2.4 corresponde al tráfico de salida de *Oficinas Corporativas* a los destinos indicados.

Cuadro 2.4 Tráfico de salida de *Oficinas Corporativas*

Destino	Cantidad de llamadas	Segundos de Llamada
C. R. Acapulco y Acapulco	5	1,500
C. R. Cancún y Cancún	4	660
C. R. Guadalajara y Guadalajara	4	1,140
C. R. Las Hadas y Manzanillo	3	1,080
C. R. Mazatlán y Mazatlán	1	60
C. R. México	No aplica	No aplica
C. R. Oaxaca y Oaxaca	10	1,620
C. R. Paso del Norte Texas y L.D. E. U. A. y Mundial	9	2,943
C. R. Puebla y Puebla	6	1,080
C. R. Puerto Vallarta y Puerto Vallarta	7	3,120
C. R. Saltillo y Saltillo	1	60
C. R. Sumiya y Cuernavaca	6	1,620
C. R. Tuxtla y Tuxtla Gutiérrez	4	540
C. R. Villahermosa y Villahermosa	1	120
C. R. Zaashila y Huatulco	0	0
TOTAL	61	15,543

Tráfico de entrada

El cuadro 2.5 corresponde al tráfico de entrada a *Oficinas Corporativas* y ciudad de México de *Hoteles Camino Real*.

Cuadro 2.5 Tráfico de entrada a Oficinas Corporativas

Origen	Cantidad de llamadas	Segundos de llamada
C. R. Acapulco	0	0
C. R. Cancún	1	660
C. R. Guadalajara	1	240
C. R. Las Hadas	2	780
C. R. Mazatlán	4	720
C. R. México	No aplica	No aplica
C. R. Oaxaca	1	180
C. R. Paso del Norte	0	0
C. R. Puebla	2	480
C. R. Puerto Vallarta	2	360
C. R. Saltillo	0	0
C. R. Sumiya	3	540
C. R. Tijuana	0	0
C. R. Tuxtla	0	0
C. R. Villahermosa	0	0
C. R. Zaashila	2	480
TOTAL	18	4,440

2.4.3 Cálculo de troncales

Camino Real Acapulco

Tráfico de salida = 1,708 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 1,260 segundos de llamada

Tráfico total = 2,968 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

2,968 segundos de llamada = 0.82 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.82 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Cancún

Tráfico de salida = 3,280 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 4,103 segundos de llamada

Tráfico total = 7,383 segundos de llamada

Donde: 3600 Segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

7,383 segundos de llamada = 2.05 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

2.05 Erlangs corresponde a: **5 troncales**

Camino Real Guadalajara

Tráfico de salida = 1,092 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 2,057 segundos de llamada

Tráfico total = 3,149 segundos de llamada

Donde: 3600 Segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

3,149 segundos de llamada = 0.87 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.87 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Las Hadas

Tráfico de salida = 1,071 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 1,137 segundos de llamada

Tráfico total = 2,208 segundos de llamada

Donde: 3600 Segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

2,208 segundos de llamada = 0.61 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.61 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Mazatlán

Tráfico de salida = 1,432 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 900 segundos de llamada

Tráfico total = 2,332 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

2,332 segundos de llamada = 0.64 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.64 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real México

Tráfico de salida = 1,897 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 0 segundos de llamada

Tráfico total = 1,897 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

1,897 segundos de Llamada = 0.53 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.53 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Oaxaca

Tráfico de salida = 930 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 1,575 segundos de llamada

Tráfico total = 2,505 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

2,505 segundos de Llamada = 0.69 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.69 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Paso del Norte

Tráfico de salida = 0 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 9,848 segundos de llamada

Tráfico total = 9,848 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

9,848 segundos de Llamada = 2.73 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

2.73 Erlangs corresponde a: **6 troncales**

Camino Real Puebla

Tráfico de salida = 1,254 Segundos de llamada

Tráfico de entrada = 1,764 segundos de llamada

Tráfico total = 3,018 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

3,018 segundos de Llamada = 0.83 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.83 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Puerto Vallarta

Tráfico de salida = 784 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 2,354 segundos de llamada

Tráfico total = 3,138 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

3,138 segundos de Llamada = 0.87 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.87 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Saltillo

Tráfico de salida = 2,940 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 2,340 segundos de llamada

Tráfico total = 5,280 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

5,280 segundos de Llamada = 1.46 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

1.46 Erlangs corresponde a: **4 troncales**

Camino Real Sumiya

Tráfico de salida = 4,272 Segundos de llamada

Tráfico de entrada = 2,340 segundos de llamada

Tráfico total = 6,612 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

6,612 segundos de Llamada = 1.83 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

1.83 Erlangs corresponde a: **5 troncales**

Camino Real Tijuana

Tráfico de salida = 3,311 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 1,116 segundos de llamada

Tráfico total = 4,427 segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de Llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

4,427 segundos de Llamada = 1.22 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

1.22 Erlangs corresponde a: **4 troncales**

Camino Real Tuxtla

Tráfico de salida = 1,788 segundos de llamada

Tráfico de entrada = 720 segundos de llamada

Tráfico total = 2,508 Segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

2,508 segundos de llamada = 0.69 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.69 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Villahermosa

Tráfico de salida = 1,700 Segundos de llamada

Tráfico de entrada = 1,018 Segundos de llamada

Tráfico total = 2,718 Segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

2,718 segundos de llamada = 0.75 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.75 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Camino Real Zaashila

Tráfico de salida = 1,680 Segundos de llamada

Tráfico de entrada = 240 Segundos de llamada

Tráfico total = 1,920 Segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

1,920 segundos de llamada = 0.53 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

0.53 Erlangs corresponde a: **3 troncales**

Oficinas Corporativas

Tráfico de salida = 15,543 Segundos de llamada

Tráfico de entrada = 4,440 Segundos de llamada

Tráfico total = 19,983 Segundos de llamada

Donde: 3600 segundos de llamada = 1 Erlang, por lo tanto:

19,983 segundos de llamada = 5.55 Erlangs

De acuerdo con los cuadros de Erlangs, con un factor de bloqueo de 0.05 tenemos:

5.55 Erlangs corresponde a: **10 troncales**

Tomando los cálculos efectuados para los hoteles y las *Oficinas Corporativas*, en el cuadro 2.6 se muestra el total de troncales correspondiente para cada localidad.

2.5 TRÁFICO DE DATOS

El cálculo de flujo de datos esta en razón del tamaño o longitud del mensaje, del tipo de transacción realizada (interactiva, petición de respuesta o de lote), de los procedimientos de control de error utilizados, ya que reducen la tasa efectiva o neta de transferencia de datos entre una fuente de datos y una terminal de destino y es medida en bits/seg.

Otro factor importante que afecta la carga del circuito incluye la eficiencia básica del código utilizado. La transmisión síncrona es más eficiente que la transmisión asíncrona. El número de caracteres de control de línea envueltos en el protocolo también afecta la carga en la línea.

Los cálculos del tráfico de datos pueden variar con el tipo de protocolo utilizado (protocolos a carácter como es el BSC 2780/3780 cuyo tamaño del bloque es de 400 y 500 caracteres respectivamente y que operan en forma *half duplex*, o los protocolos a bit SDLC, HDLC X.25, etc., que operan a *full duplex*), también tiene que ver el tipo de enlace por línea dedicada o línea conmutada, si es un canal terrestre o satelital, los tiempos de propagación por la línea (*turnaround*), los tiempos de retardo en los módems (RTS/CTS) o con los tipos de procedimiento de detección y retransmisión utilizado (ARQ o FEC, etc.).

Cuadro 2.6 Total de troncales para cada localidad

Localidad	Tráfico de salida	Tráfico de entrada	Tráfico total	Erlangs	Total de troncales
C. R. Acapulco	1,708	1,260	2,968	0.82	3
C. R. Cancún	3,280	4,103	7,383	2.05	5
C. R. Guadalajara	1,092	2,057	3,149	0.87	3
C. R. Las Hadas	1,071	1,137	2,208	0.61	3
C. R. Mazatlán	1,432	900	2,332	0.64	3
C. R. México	1,897	No aplica	1,897	0.53	3
C. R. Oaxaca	930	1,575	2,505	0.69	3
C. R. Paso del Norte	0	9,848	9,848	2.73	6
C. R. Puebla	1,254	1,764	3,018	0.83	3
C. R. Puerto Vallarta	784	2,354	3,138	0.87	3
C. R. Saltillo	2,940	2,340	5,280	1.46	4
C. R. Sumiya	4,272	2,340	6,612	1.83	5
C. R. Tijuana	3,311	1,116	4,427	1.22	4
C. R. Tuxtla	1,788	720	2,508	0.69	3
C. R. Villahermosa	1,700	1,018	2,718	0.75	3
C. R. Zaashila	1,680	240	1,920	0.53	3
Oficinas corporativas	15,543	4,440	19,983	5.55	10
TOTAL	44,682	37,212	81,894	22.67	67

Actualmente para el sistema de reservaciones el tipo de protocolo que se utiliza es el X.25, el cual opera de forma *full duplex*, el código que utiliza el mini computador AS400 es el código EBCDIC, y los enlaces son satelitales tipo VSAT, que trabajan a 9.6 Kbps. Para este diseño de red el sistema de reservaciones se integrará al tráfico de la red LAN por medio del *software "Client Access"*, de esta manera se tendrá un uso más eficiente del ancho de banda requerido.

Cálculo de tráfico de datos

Para determinar el tráfico de datos, en primer lugar será necesario considerar las aplicaciones que correrán a través de la red. Después para cada una de ellas se requiere establecer el número de eventos que se presentarán en una hora pico; se multiplica esto por el tamaño promedio de cada evento (en kilobytes), posteriormente se realiza la sumatoria para todas las aplicaciones; de esta manera se tiene el volumen total de información que se moverá en la hora pico. Convirtiendo esto a bits y dividiéndolo entre el número de segundos en una hora (3,600) se tiene la velocidad del enlace, pero será necesario agregar un "factor de protección", por lo que se

recomienda multiplicar la velocidad en bits por segundo por dos, de esta forma se tendrá el ancho de banda requerido para la red LAN.

Actualmente en *Hoteles Camino Real* existen dos tipos de tráfico de datos, las aplicaciones que corren sobre redes LAN y que son usadas por todos los hoteles, y el tráfico de datos sincrónico del sistema de reservaciones internacionales, que solo afecta al cálculo de ancho de banda de *Camino Real Paso del Norte*, por lo anterior será necesario dividir el estudio en dos tipos de tráfico.

Tráfico de datos para redes LAN

Para calcular el tráfico de datos, se considera el hotel *Camino Real Cancún*, el cual generó la mayor cantidad de eventos en la hora pico durante el mes de junio de 1998. De esta manera se estima que el tráfico de datos para todos los hoteles tendrá el mismo comportamiento. En el cuadro 2.7 se observa la velocidad requerida para cada aplicación.

Cuadro 2.7 Velocidad requerida para cada aplicación

Aplicación	Eventos	Tamaño del evento en Kbytes	Total en Kbytes (Ev. x tamaño)	Total en Kbits (Kbytes x 8)	Velocidad en Kbps (Kb / 3600)	Velocidad requerida (Kbps x 2)
Starfact	69	10	690	5520	1.533	3.067
Interfaces	36	10	360	2880	0.800	1.600
Huésped distinguido	14	80	1120	8960	2.489	4.978
Goldmain	3	300	900	7200	2.000	4.000
Correo electrónico	14	2	28	224	0.062	0.124
Transferencia archivos	2	1100	2200	17600	4.889	9.778
Monitoreo-diagnóstico	1	4	4	32	0.009	0.018
TOTAL	139	1506	5302	42416	11.782	23.565

De este modo, el tráfico de datos calculado para cada uno de los hoteles requiere un ancho de banda de **24 Kbps**.

Tráfico para reservaciones internacionales

El tráfico de datos de reservaciones internacionales, utiliza un ancho de banda de 20.4 Kbps y está compuesto por los elementos del cuadro 2.8.

Cuadro 2.8 Velocidad requerida para reservaciones internacionales

Aplicación	Velocidad requerida
Interfase	9.6
Terminal	9.6
Impresora	1.2
TOTAL	20.4

Por lo tanto, el tráfico de datos para reservaciones internacionales, requiere un ancho de banda de 24 Kbps.

2.6 VIDA ÚTIL DE LA NUEVA RED DE COMUNICACIONES

Una vez que se han definido las estadísticas de tráfico para voz/fax y datos, se pueden pronosticar los servicios a ofrecer con la nueva red de comunicaciones para *Hoteles Camino Real*, los cuales deben ser considerados dentro de un rango de vida útil predeterminado.

Una red de comunicaciones para una empresa tiene en promedio una vida útil de cinco años, tomando en cuenta un año para la instalación y puesta en marcha del equipo. Este es el periodo óptimo para recuperar la inversión y poder obtener ganancias, también es necesario considerar el aspecto de obsolescencia de los equipos en *hardware* y *software*, ya que constantemente existen nuevas tecnologías en el mercado las cuales ocasionan que en poco tiempo los equipos queden discontinuados, lo que puede obligar a realizar actualizaciones en las versiones instaladas o cambiar los equipos. Considerando el periodo de funcionamiento, a continuación se describen los servicios que se pueden proporcionar a la cadena de *Hoteles Camino Real*.

1. Servicios de comunicaciones para redes LAN
2. Servicios de voz/fax
3. Servicios para tráfico de datos síncronos o asíncronos

Los requerimientos actuales quedarán cubiertos con esta solución, permitiendo inclusive la integración de nuevas aplicaciones generadas por *Hoteles Camino Real*, garantizando el funcionamiento de la red durante los próximos cinco años, lo cual representa mejor calidad de servicios, menores costos de operación, reducción de tiempos de respuesta y variedad de programas para los huéspedes, dando como resultado mayores ingresos para *Hoteles Camino Real*.

SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

De acuerdo con el planteamiento de las necesidades de *Hoteles Camino Real* para la transmisión de voz/fax y datos entre sus diferentes hoteles, se requiere de una solución que ofrezca mejor rendimiento, consolidación de diferentes tipos de tráfico y simplificación de la administración de la red, para tener como resultado menores costos de operación.

La tecnología que nos puede brindar estos beneficios es *Frame Relay*, la cual se ha logrado posicionar como una buena alternativa para la implantación de redes corporativas. *Frame Relay* ofrece la habilidad de consolidar la red, debido a que está diseñada para ser "transparente al protocolo", ya que puede transportar múltiples tipos de datos, como tráfico de voz, LAN y SNA simultáneamente sobre una red única. *Frame Relay* se utiliza comúnmente en combinación con servicios privados terrestres.

Características de la nueva red de comunicaciones

Servicios privados terrestres

1. Permiten la conexión transparente entre las oficinas de una empresa para el intercambio de información o proporciona el acceso o conexión a una red pública como *Internet*, *X.25*, *Frame Relay*, etc.
2. Utiliza medios de comunicación como par de cobre, microondas y fibra óptica
3. Se utiliza para tráficos de velocidad variable y velocidad constante
4. Costo-beneficio adecuado desde dos puntos dispersos geográficamente
5. El retardo no es considerable
6. Para configuraciones punto a punto y punto multipunto
7. La cobertura depende de la infraestructura instalada por el proveedor de este servicio
8. Flexibilidad en el manejo del ancho de banda
9. Capacidad alta de transmisión de información
10. Menor posibilidad en interrupciones por efectos atmosféricos

Protocolo de comunicaciones *Frame Relay*

1. Protocolo de comunicaciones utilizado en los noventa
2. Se le considera una evolución de X.25
3. Opera con conexión y soporta tanto PVC's como SVC's, aunque hoy son más utilizados los primeros
4. Elimina aspectos del nivel 2 y del nivel 3
5. Realiza chequeo de errores, pero no solicita retransmisión
6. Elimina la secuencia, las ventanas y las confirmaciones
7. Elimina la mayoría de las tramas de supervisión
8. La señalización de control de llamada se transporta en una conexión lógica distinta a la de los datos del usuario
9. La multiplexación y conmutación de las conexiones lógicas se realizan en el nivel 2 en lugar del nivel 3
10. No existe control de flujo y control de errores en cada salto
11. El control de flujo y de errores es extremo-extremo y se deja como responsabilidad a los niveles superiores
12. Diseñado para operar en redes digitales de alta calidad y confiabilidad
13. Las tramas son de tamaño mayor
14. Se reduce importantemente la cantidad de encabezado
15. Retardo bajo y alto desempeño, aumentando la posibilidad de utilizar tráfico de velocidad constante

3.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA LA NUEVA RED DE COMUNICACIONES.

Para analizar a *Frame Relay*, es necesario evaluar dos alternativas que existen actualmente en el mercado donde se encuentra esta tecnología:

ALTERNATIVA 1. Red privada *Frame Relay*

1. Se contratan líneas privadas digitales con alguna empresa de telecomunicaciones para conectar equipos de *Frame Relay* propios
2. Aplicación adecuada para manejar voz/fax y datos de una manera eficiente

ALTERNATIVA 2. Red pública *Frame Relay*

1. Los servicios se contratan de una empresa que provee el servicio de *Frame Relay*
2. Aplicación principalmente para la transmisión de datos, con opción de manejar voz aunque con algunas limitantes

La opción más conveniente depende del número de puntos a enlazar, de la distancia entre ellos y de la cobertura con que cuenta el proveedor de servicios. Tratándose de grandes distancias y muchos sitios, *Frame Relay* público generalmente será más barato que *Frame Relay* privado. Aquí el aspecto de cobertura influye, pues para la afirmación anterior se asume que los accesos a la red *Frame Relay* pública son locales, de no ser así, se requiere un tramo adicional de larga distancia – costo extra – para lograr el acceso, en cuyo caso se realizará la comparación entre ambas soluciones para obtener las conclusiones necesarias.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA ALTERNATIVA (RED PRIVADA FRAME RELAY)

Se plantea como primera alternativa la creación de una red privada con equipos que soporten el protocolo de comunicaciones *Frame Relay*. Anteriormente, estos equipos habrían sido multiplexores que distribuían el ancho de banda de manera fija. Ahora, en cambio, la mayoría de los equipos trabajan con técnicas de asignación dinámica del ancho de banda, es decir, los equipos de antes operaban con la conmutación de circuitos, y los de ahora con la conmutación de paquetes. Para esta alternativa será necesario contratar líneas privadas digitales con algún operador de telecomunicaciones, con el fin de interconectar los diferentes hoteles.

Para la implantación de una red con líneas privadas se tienen que buscar productos que ofrezcan los siguientes beneficios:

1. Alta calidad de voz
2. Administración de ancho de banda
3. Alta disponibilidad

Típicamente la tecnología de voz usada en ambientes *Frame Relay* público también se utiliza sobre líneas privadas. El uso eficiente del ancho de banda para voz es especialmente importante. Menos ancho de banda para voz significa más ancho de banda para datos. Es necesario considerar que en una red privada *Frame Relay* el ancho de banda de los enlaces es limitado. Si el requerimiento del pico de tráfico es alto, entonces el rendimiento de la velocidad del enlace se degrada.

3.2.1 Estructura general del servicio propuesto

Para el diseño de una red de *Frame Relay* privada se debe considerar los siguientes elementos:

1. *Equipo del cliente CPE (Customer Premises Equipment)*. Se utilizan los equipos FRAD.
2. *Líneas privadas digitales*. Deberán ser contratadas con algún proveedor de servicios privados terrestres en México y Estados Unidos; proporcionan el medio de comunicación entre dos puntos donde se localiza el equipo del cliente.

Equipo del cliente CPE

El equipo modular en estas configuraciones de red será un FRAD, el cual recibe información de voz en paquetes y datos en diferentes interfaces y lo integra todo en paquetes de *Frame Relay* para su transporte a través de la red pública o privada. En el cuadro 3.1 se muestran diferentes productos FRAD.

El multiplexor es un dispositivo que divide una señal compuesta en diversos canales, y a su vez puede obtener, a partir de una serie de canales tributarios de una velocidad dada, un único canal de velocidad igual o superior a la suma de las velocidades nominales de los canales tributarios. Es decir, concentran el tráfico de los diferentes canales y lo envían a través de un único medio de transmisión hacia el área de transporte, de este modo se reducen los costos de transmisión.

Cuadro 3.1 Fabricantes de FRAD's

Fabricante	Equipos
ACT	SDM-T, SDM-FP, SDM-JFP Familia SKYFrame
BBN	MMAD, Multimedia Access Device
FASTCOMM	Series MonoFRAD, EtherFRAD, RingFRAD
MICOM	Familia Marathon y NetRunner
MOTOROLA	FRX 300, FRX 800, FRX 1000, Vanguard 6520 y 6560
PHILIPS	FRX 300, FRX 800, FRX 1000
RAD	APD-2/8, APS-8/16/24, SPS-2/3/6/12, PSS-2/4
SCITEC	Familia Fastlane Modelos F1, F3, F5 y F10
STRATACOM	FastPAD, FastPADmicro, FastPADmp, FastPADImp

Dos de los métodos más comunes de multiplexar son TDM y la multiplexación estadística (STM o STDM). En TDM el ancho de banda del enlace de comunicaciones se divide en partes

predeterminadas y fijas (*Time Slots*) entre los distintos usuarios. En la multiplexación estadística no hay un reparto preasignado del ancho de banda, sino que el tiempo es compartido en forma dinámica en proporción directa a la demanda de cada subcanal. La multiplexación estadística es un método más eficiente de utilizar el recurso común, ya que permite conectar a los subcanales mayor ancho de banda que la capacidad del agregado. Por otra parte, la desventaja de la multiplexación estadística es la introducción de un retardo inaceptable en algunas aplicaciones como voz y vídeo.

Características de los equipos FRAD

Facilidades para conexión a redes WAN

1. Consolidación de tráfico de LAN, voz/fax, datos síncronos y asíncronos sobre una línea privada, ISDN, redes públicas para *Frame Relay* o una combinación formando una red híbrida
2. Alojamiento en ancho de banda dinámico para uso eficiente
3. Enlaces E1 para redes WAN y módulos opcionales de voz para acceso a alta velocidad digital al PBX
4. Interfaces RS232-C o V.35
5. Interfaces G.703 a 75 ohms coaxial y 120 ohms para interfaces E1
6. Configuración por *software*

Módulos de voz

1. Deberá ofrecer estándares analógicos de la industria para conexiones a equipos comunes de telecomunicaciones.
2. Las interfaces soportadas deberán ser E&M.
3. El algoritmo utilizado para compresión de voz deberá tener calidad "*Toll Quality*" basado en el estándar UIT-T G.729 para codificar señales de voz a 8Kbps.
4. Se requiere que cuente con tecnologías de supresión de silencio para reducir más allá los 8Kbps del estándar G.729 de voz hasta 3.5Kbps.
5. Deberá ofrecer transmisión de fax grupo 3 y demodulación de módem

Módulos de datos para redes LAN

1. Integración de módulos de ruteo para conectar directamente a la red Ethernet corporativa y ofrecer ruteo TCP/IP Novell/IPX, integrando ruteo y puenteo transparente.
2. Canales síncronos a velocidades de 64 Kbps para alto rendimiento en redes SNA/SDLC, utilizadas por el minicomputador AS/400

Herramientas de administración de la red

1. Configuración centralizada
2. Reporte de eventos con alarmas, gráficas de color, mapas y pantallas
3. Estadísticas
4. Fácil configuración para instalar y actualizar capacidades de carga
5. Tráfico de voz y tarificación de llamadas para exportar a paquetes que puedan agregar precios a las llamadas
6. Carga de información automática del *software* de operación para toda la red simultáneamente y desde una sola plataforma

Líneas privadas digitales

Las líneas privadas digitales se deberán contratar con un proveedor de servicios privados terrestres.

Están compuestas de los siguientes elementos:

1. *Terminación de red.* Es el equipo situado en las instalaciones del cliente y es el límite de la compañía que presta el servicio.
2. *Acceso.* Es el medio de comunicación empleado para la transmisión de la información de las oficinas del cliente hasta las instalaciones de la compañía que presta el servicio.
3. *Red de transporte.* Forma de conectar los elementos de conmutación del proveedor de servicios privados terrestres.

Servicios proporcionados por Alestra

Ofrece los servicios de acceso directo, que es el medio por el cual un cliente se interconecta de manera dedicada a la red de telecomunicaciones de *Alestra*. Estos son servicios de telecomunicaciones que permiten transmitir información entre un sitio del cliente y un punto de presencia (POP). Además, el acceso directo vía *Alestra* asegura el soporte y los estándares mundiales. El servicio se dirige a empresas que tengan la necesidad de manejar un alto volumen de información en forma confiable y eficiente con un alto grado de confiabilidad.

Acceso directo por fibra. Los clientes podrán tener acceso a los servicios de *Alestra* a través de enlaces digitales vía fibra óptica de la más alta calidad con tecnología *True Wave* directamente conectado a la red de anillos colectores de *Alestra*, que forman la red en la zona metropolitana.

Acceso directo por microondas. Si el cliente no se encuentra dentro de la cobertura de los anillos colectores de fibra óptica, se implantarán los accesos directos a la red por medio de enlaces vía microondas de la más alta tecnología y alto grado de confiabilidad.

Acceso directo a través de un operador externo. En los casos en que no sea posible una conexión directa al cliente a través de infraestructura de *Alestra* a cualquiera de sus POP's, se utilizará una conexión mediante la red de un operador externo. La conexión entre la localidad del cliente y el operador externo debe ser un enlace dedicado E1 o E0/DS0. El operador externo direcciona este enlace a la red de *Alestra*.

Los enlaces digitales dedicados punto a punto son entregados en velocidades con múltiplos de 64 kbps. Las velocidades típicas de este servicio son 128, 256, 384, 512, 768 y 1,024 Kbps.

El E1 se ofrece canalizado en 32 ranuras de tiempo (cada una equivale a un E0). La ranura de tiempo cero está dedicada a sincronización de red por lo que la velocidad efectiva del servicio es de 1,984 kbps (31 x E0), utilizando señalización por canal común.

Cobertura en: México, Monterrey, Guadalajara, Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Cd. Victoria, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Torreón, Saltillo, León, Celaya, Querétaro, Morelia, Pachuca, Toluca, Cuernavaca y Puebla. Con servicios de cruce fronterizo internacional en Tijuana y Ciudad Juárez.

Servicios proporcionados por Avantel

Servicios de comunicación dedicados punto a punto y punto multi punto de alta velocidad de 64 Kbps (E-0 / Fibra y DS-0 / Cobre) y 2.048 Mbps (E-1 / Fibra) a nivel Nacional y en Estados Unidos.

Línea dedicada local. Arreglo del acceso dedicado basado en la tecnología de transmisión proporcionada por el operador local que se utiliza para conectar inmuebles del cliente a puntos de presencia de *Avantel* para poder proporcionarle al cliente acceso directo a los servicios.

Acceso dedicado alternativo. Opción de acceso, en la misma localidad, proporcionado por *Avantel* que se utiliza para conectar inmuebles del cliente a puntos de presencia designados por *Avantel* para poder proporcionarle al cliente acceso directo a los servicios.

Acceso dedicado especial. Opción de acceso, en la misma localidad, basado en todas las tecnologías de acceso alternativo desarrolladas para cada cliente específico a fin de proporcionar conectividad entre uno de los inmuebles del cliente y una de las instalaciones de *Avantel*. Los precios iniciales y mensuales se establecen según cada caso específico.

Cuenta con puntos de presencia instalados en las 33 principales ciudades de la República Mexicana como son: México, D.F., Aguascalientes, Monterrey, Torreón, Guadalajara, Puebla, Querétaro, Cuernavaca, Ciudad Juárez, Tampico, Reynosa, Matamoros, Saltillo, León y Toluca.

Servicios proporcionados por Telmex

Servicio de conducción de señales a 64 kbps, (cobre). El servicio se entrega en par de cobre con interfase V.35 en el último tramo del o los sitios, o vía radio digital. No requiere de acondicionamiento del local del cliente. El cliente deberá estar ubicado a una distancia no mayor de 3.5 km. De ruta de la central de *Telmex* con infraestructura digital, se instalará en el domicilio del cliente un equipo terminal de red (NTU).

Servicio de conducción de señales a 64 kbps, (fibra óptica). El servicio se entregará en interfase G.703. El cliente requiere proporcionar el equipo de multiplexación. En larga distancia internacional y de cruce fronterizo, el cliente deberá elegir el *carrier* con el que desea la conexión.

Servicio de conducción de señales a 2 Mbps. El servicio se entregará en interfase G.703, con alta calidad en la transmisión de señales con un promedio mínimo de errores. El cliente requiere proporcionar el equipo de multiplexación. En larga distancia internacional y de cruce fronterizo, el cliente deberá elegir el *carrier* con el que desea la conexión, se entrega por radio o fibra. Se requiere de acondicionamiento del local del cliente.

Servicio de conducción de señales a 2 Mbps punto-multipunto. El servicio se entregará en interfase G.703, ofrece alta calidad en la transmisión de señales con un promedio mínimo de errores. El cliente requiere proporcionar el equipo de multiplexación. En larga distancia internacional y de cruce fronterizo, el cliente deberá elegir el *carrier* con el que desea la conexión que se entrega por radio o fibra. Se requiere de acondicionamiento del local del cliente. Cuenta con la mayor cobertura en el país.

Equipos terminadores de red NTU (Network Terminal Unit)

Este equipo es el utilizado para enlaces tipo DS0. Es un dispositivo sirve para proporcionar el servicio de RDI o ISDN, a equipos que no cuentan con esta interfase, permitiendo la conexión de diferentes equipos tipo de DTE y equipos analógicos, como teléfonos, módems, fax, máquinas contestadoras, etc. Este equipo realiza el control de acceso al medio de líneas privadas y es proporcionado por el proveedor.

Su función es recibir del usuario una señal digital y transmitir otra del mismo tipo, pero cambiando el código de línea. En México y Estados Unidos se ha estandarizado el código de línea 2B1Q.

Los códigos de línea son utilizados para acondicionar las señales digitales que viajan en grandes distancias, de tal forma que se garanticen los siguientes parámetros:

1. Un valor promedio de cero en CD a lo largo de la trayectoria
2. Una forma de espectro de energía aceptable

3. Un contenido de información de temporización adecuado

Características de los equipos NTU

1. Velocidades síncronas entre 600 y 64 Kbps
2. Uso de los canales B en forma independiente y en conjunto
3. *Clear Channel* 64 Kbps
4. Compatibilidad con ISDN
5. Posibilidades de prueba y diagnóstico (BER, *Loop* hacia el DTE y hacia la red),
6. Interfase de usuario V.24 y V.35

3.2.2 Diseño de una red privada *Frame Relay*

Para el diseño de una red privada se deben considerar los siguientes elementos:

1. Determinar la topología de las líneas privadas de acuerdo con la ubicación de los sitios
2. Considerar el ancho de banda para cada línea privada
3. Seleccionar y configurar los equipos requeridos en cada sitio

Topología de la red

Para determinar la topología de las líneas privadas es necesario considerar dos factores importantes para el diseño de una red de comunicaciones, los cuales son: el ancho de banda y la distancia. Para esta alternativa existen tres diferentes tipos de redes a considerar, las cuales son:

1. *Red punto a punto*. Para esta solución de red, todos los enlaces son entregados de punta a punta, es una opción adecuada cuando no existe un nodo principal y son menos de ocho los puntos a conectar.
2. *Red punto multipunto*. Este diseño se utiliza para empresas que cuentan con un nodo principal de su red y una gran cantidad de puntos a conectar.
3. *Red distribuida*. Este diseño se utiliza cuando existe redundancia en enlaces y procesos distribuidos a lo largo de la red, usando topologías tipo malla, estrella, etc., de acuerdo con las necesidades de transmisión. Es muy importante considerar en el diseño las distancias y los anchos de banda necesarios.

Para transmitir voz sobre una red *Frame Relay* se deben tomar en cuenta los retardos ocasionados por los equipos FRAD en cada nodo, por lo que no deberá existir un número considerable de puntos intermedios entre cada localidad de la red, para evitar que la voz sea degradada.

De acuerdo con las necesidades de *Hoteles Camino Real*, se utilizará una red punto multipunto, donde las *Oficinas Corporativas* formarán parte central de la red. El ancho de banda en esta localidad será entregado por el proveedor de servicios en un solo enlace PDH. Las distancias a cada una de las localidades se muestran en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Distancias entre localidades

Localidad origen	Localidad destino	Distancia en km
México	Acapulco	297
México	Guadalajara	474
México	Cancún	1,329
México	Manzanillo	558
México	Mazatlán	875
México	Oaxaca	362
México	Ciudad Juárez	1,568
México	Puebla	109
México	Puerto Vallarta	665
México	Saltillo	688
México	Cuernavaca	59
México	Tijuana	1,984
México	Tuxtla Gutiérrez	703
México	Villahermosa	675
México	Huatulco	385
TOTAL		10,731

Consideraciones de ancho de banda

De acuerdo con la matriz de tráfico elaborada en el capítulo 2, donde se determinó una matriz para cada tipo de servicio (voz/fax y datos). A continuación se presentan las consideraciones para determinar el ancho de banda necesario en la hora pico para cada línea privada, las cuales son:

1. Para los canales de voz se considera un ancho de banda máximo de 8 Kbps por medio de la recomendación G.729. Sin embargo, este puede reducirse con las técnicas de supresión de silencio y por promedio de uso del 25 %.
2. Para fax se tomarán 8 Kbps para ser congruentes con el tráfico de voz. Considerando que normalmente se utiliza menos de 9.6Kbps.

3. Para el tráfico de datos de redes LAN se requiere de 24 Kbps.

De acuerdo con estas consideraciones, el cuadro 3.3 muestra el ancho de banda necesario para cada localidad.

Cuadro 3.3 Especificaciones de anchos de banda requeridos

Localidad	Canales de voz/fax	Ancho de banda voz (Kbps)	Ancho de banda reservaciones internacionales (Kbps)	Ancho de banda LAN (Kbps)	Ancho de banda requerido (Kbps)	Ancho de banda del acceso (Kbps)
C. R. Acapulco	3	24	0	24	48	64
C. R. Cancún	5	40	0	24	64	64
C. R. Guadalajara	3	24	0	24	48	64
C. R. Las Hadas	3	24	0	24	48	64
C. R. Mazatlán	3	24	0	24	48	64
C. R. México	3	24	0	24	48	64
C. R. Oaxaca	3	24	0	24	48	64
C. R. Paso del Norte	6	48	24	24	96	128
C. R. Puebla	3	24	0	24	48	64
C. R. Puerto Vallarta	3	24	0	24	48	64
C. R. Saltillo	4	32	0	24	56	64
C. R. Sumiya	5	40	0	24	64	64
C. R. Tijuana	4	32	0	24	56	64
C. R. Tuxtla	3	24	0	24	48	64
C. R. Villahermosa	3	24	0	24	48	64
C. R. Zaashila	3	24	0	24	48	64
Oficinas corporativas	10	80	0	24	976	2,048

Selección de equipos FRAD

Para esta alternativa se utilizarán equipos FRAD, que permiten un óptimo rendimiento para manejar tráfico de voz, fax y LAN sobre líneas privadas, administran el ancho de banda acomodando los picos incrementando automáticamente el ancho de banda cuando la necesidad lo demanda. Los tipos que se usarán serán los siguientes:

FRAD tipo 1. Hub de alta densidad para oficinas centrales, oficinas distribuidas o regionales grandes. Ofrece hasta seis enlaces WAN y cinco ranuras. Tiene capacidad para ocho canales de voz por unidad, colocados en cuatro ranuras, dos módulos de ruteo para redes LAN, 18 canales asíncronos o síncronos en tres ranuras y dos módulos de interfase E1 para redes WAN y PBX.

FRAD tipo 2. Hub para oficinas regionales pequeñas o para *backbone* de alto rendimiento. Ofrece hasta cuatro enlaces WAN y cuatro ranuras, con capacidad para ocho canales de voz por unidad, colocados en cuatro ranuras, dos módulos de ruteo para redes LAN, 18 canales asíncronos o síncronos en tres ranuras y dos módulos de interfase E1 para redes PBX y WAN.

FRAD tipo 3. Es un ruteador multiprotocolo que integra redes LAN, datos y tráfico de voz/fax para interconexión de oficinas. Cuenta con una tarjeta para red LAN y tiene capacidad para cuatro canales de voz colocados en dos ranuras.

Selección de módulos de datos

Tarjeta para red LAN. Integración de módulos de ruteo IRM (*Integration Route Module*) conecta directamente a la red Ethernet corporativa, ofrece ruteo TCP/IP, Novell/IPX, con tecnología de ruteo, integrando ruteo y puenteo transparente. Es completamente operacional con otras redes IP/IPX de ruteadores Ethernet y puentes.

Selección de módulos de voz

Tarjetas de voz duales. Tarjetas para dos módulos voz/fax para conexiones a equipos comunes de telecomunicaciones. La interfase soportada es E&M. Con velocidades de compresión para voz de 8 Kbps basado en ITU-T G.729. y compresión para fax Grupo 3 a velocidades de 2.4, 4.8, 7.2 y 9.6 Kbps.

Selección de módulos de interfase E1

Interfase E1. Capacidad para dos interfaces E1 por módulo, Interfase física: 75 ohm coaxial. Estándar G.703/704/732. Código de línea: HDB3, Asignación del canal por el usuario.

Selección de equipos terminadores de red (NTU)

Este dispositivo es proporcionado por el proveedor de líneas privadas.

Selección de tarjetas E&M para conmutador

Las tarjetas para troncales E&M deberán ser de la marca del conmutador y se utilizarán para los conectar los enlaces de voz con los conmutadores. Es necesario considerar que existen algunos hoteles que ya cuentan con estas tarjetas como es el caso de *Camino Real Guadalajara* y *Camino Real Oaxaca*. Para las *Oficinas Corporativas* actualmente existe una tarjeta E&M. Cada tarjeta tiene capacidad para cuatro puertos.

El cuadro 3.4 muestra la configuración de equipos necesarios para cada localidad.

Cuadro 3.4 Configuración de equipos por localidad

Localidad	Tipo de FRAD	Tarjetas para red LAN	Tarjetas duales de voz/fax	Tarjetas E&M para PBX
C. R. Acapulco	3	1	2	1
C. R. Cancún	2	1	3	2
C. R. Guadalajara	3	1	2	0
C. R. Las Hadas	3	1	2	1
C. R. Mazatlán	3	1	2	1
C. R. México	3	1	2	1
C. R. Oaxaca	3	1	2	0
C. R. Paso del Norte	2	1	3	2
C. R. Puebla	3	1	2	1
C. R. Puerto Vallarta	3	1	2	1
C. R. Saltillo	3	1	2	1
C. R. Sumiya	2	1	3	2
C. R. Tijuana	3	1	2	1
C. R. Tuxtla	3	1	2	1
C. R. Villahermosa	3	1	2	1
C. R. Zaashila	3	1	2	1
Oficinas corporativas	1	1	5	2

Para las *Oficinas Corporativas* se incluirá un módulo de Interfase E1, para conexión a la red WAN y dos equipos FRADs.

En la figura 3.1 se muestra el esquema de conexión para la primera alternativa, basándose en una red punto-multipunto.

3.2.3 Consideraciones especiales de diseño

En referencia al ancho de banda, es necesario considerar que la velocidad de acceso no corresponda a la velocidad de carga útil para un enlace, ya que existe tráfico para señalización, sincronización y encabezado, por lo que puede existir sobresuscripción para *Camino Real Cancún*, *Camino Real Saltillo*, *Camino Real Sumiya* y *Camino Real Tijuana*.

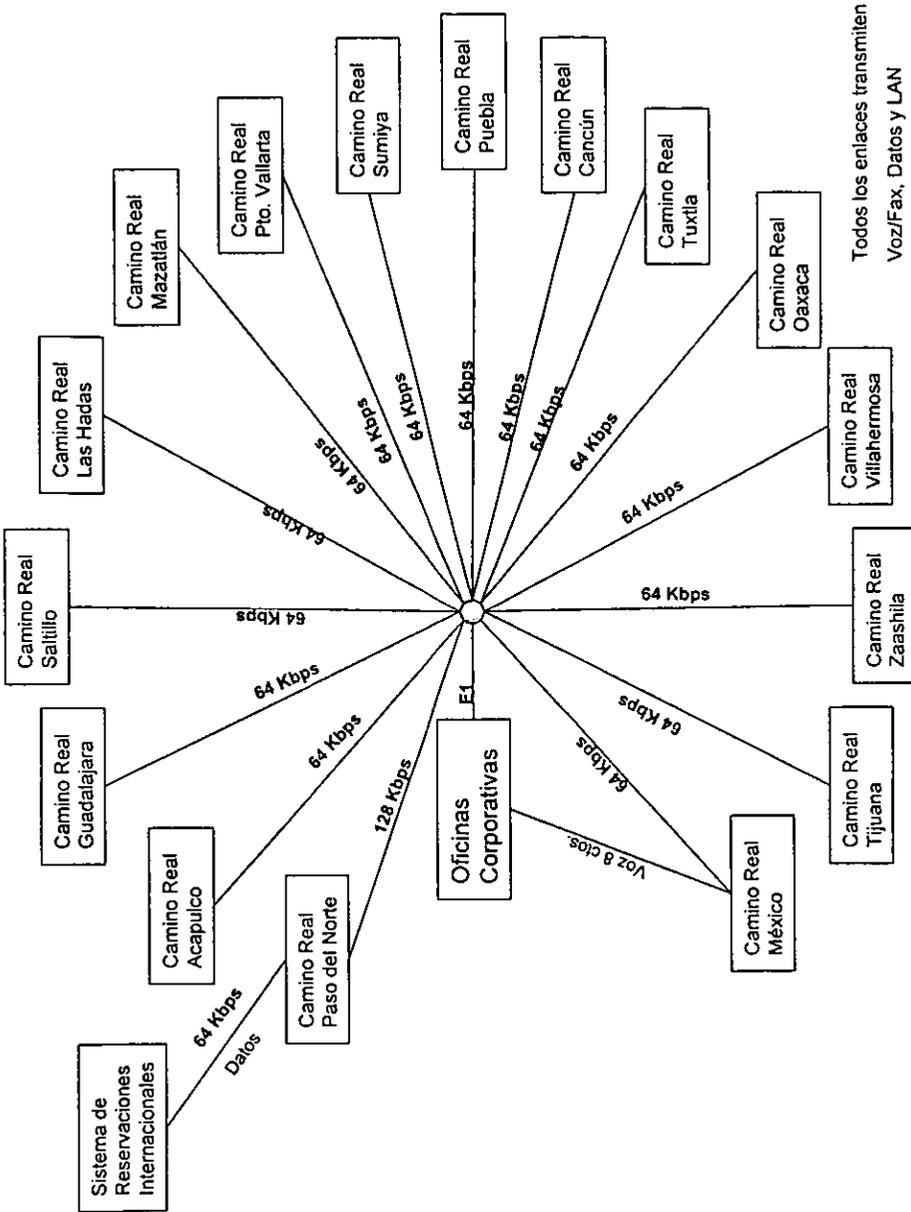


Figura 3.1 Red privada Frame Relay.

Es decir, el ancho de banda requerido puede ser mayor que el ancho de banda del acceso, por lo tanto, para medir la calidad en datos hay que conocer qué nivel de retardo haría que las aplicaciones importantes abortaran, y en la voz, establecer el nivel de calidad que los usuarios seguirán considerando aceptable.

Debido a la importancia de la transmisión de datos, se les dará mayor prioridad que la voz, considerando que los usuarios pueden utilizar la red telefónica pública en caso de congestión en la red privada.

3.2.4 Beneficios

Con el uso del protocolo *Frame Relay*, se podrá tener un uso más eficiente del ancho de banda disponible en las líneas privadas, de esta manera es posible configurar diferentes tipos de tráfico de acuerdo con su importancia.

1. *Reducción de costos en llamadas de larga distancia.* La compañía pagará menos en llamadas de larga distancia al integrar voz y fax sobre la red de *Frame Relay* privada
2. *Costos de inversión bajos.* Al utilizar una red de *Frame Relay* privada también se reducen los costos de inversión por los equipos en caso de migrar a una red de *Frame Relay* público
3. *Mejor servicio al cliente.* Al integrar la red también se incurre en más comunicación para los empleados, que saben que las llamadas de voz y fax son sin costo. Esto permite una mayor eficiencia en el servicio al cliente y un mejor equipo de trabajo
4. *Incremento de la productividad.* Al mejorar la capacidad de comunicación de datos, se incrementa la velocidad comunicaciones de la terminal al *host*. Las filas que tomaban algunos minutos ahora son atendidas en segundos. El servidor terminal remoto permite a los usuarios de terminales remotas tener acceso a cualquier recurso basado en LAN, como impresoras, de la oficina remota.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA ALTERNATIVA (RED PÚBLICA FRAME RELAY)

En esta alternativa se presentan los servicios que ofrece un proveedor de red pública *Frame Relay* con las mismas necesidades de integración para voz/fax y datos de la primera alternativa. Estos servicios son: instalación, puesta a punto, operación, mantenimiento, administración y monitoreo hasta el puerto del ruteador.

Una red *Frame Relay* pública se usa principalmente para interconectar redes LAN y transportar solamente datos, pero existen varios operadores que están manejando la opción de voz, con calidad aceptable.

Frame Relay público, es un servicio para empresas que requieren de la transmisión de información entre dos o más puntos remotos. El servicio es ideal para empresas que tengan oficinas distribuidas geográficamente y que requieran de la transmisión de información entre puntos.

El crecimiento que pudiera darse en un futuro está plenamente garantizado a través del proveedor de *Frame Relay* público, ya que en caso de requerirse mayor ancho de banda o conectar otros sitios a la red, los sistemas y servicios ofrecidos sólo necesitarán de una reconfiguración para poder satisfacer las necesidades en forma inmediata.

La red del proveedor de *Frame Relay* está basada en conmutadores de paquetes *Frame Relay* de alta capacidad y desempeño, esto asegura tiempos de respuesta muy pequeños entre los sitios que se encuentren conectados. Los nodos de la red se encuentran interconectados entre sí mediante la red de fibra óptica de larga distancia, formando una red dorsal a nivel nacional con enlaces de alta velocidad. Esta configuración y el uso de los recursos de transporte de primer nivel permiten ofrecer una alta confiabilidad, debido a que su diseño es redundante y se encuentra protegido contra caídas, interrupciones en tramos y congestión de nodos. *Frame Relay* es una tecnología que puede operar a velocidades que van desde los 64 Kbps hasta los 45 Mbps.

Frame Relay puede soportar una gran variedad de protocolos, como TCP/IP, Punteo de Ethernet, SNA/SDLC, IPX, Voz y otros. Las reglas de cómo son encapsulados estos protocolos y transportados por *Frame Relay* se establecen en el RFC 1490 (*Request For Comments*). El RFC 1490 establece que los protocolos deberán ser encapsulados sobre el campo de información de *Frame Relay* y dentro de este se hará una estructura que identifique al tipo de protocolo que esta siendo transportado.

3.3.1. Estructura general del servicio propuesto

El servicio *Frame Relay* público se compone de los siguientes elementos:

1. *Equipo del cliente (CPE, Customer Premises Equipment)*. El equipo depende de la aplicación. Los más comunes son los ruteadores y los FRAD's, puede ser adquirido por el cliente, o proporcionado por el proveedor del servicio mediante algún esquema de arrendamiento
2. *El acceso local*. Es el medio utilizado para la conexión entre la localidad del usuario y el nodo más cercano a la red de *Frame Relay* público, costo según el medio y la velocidad, utiliza accesos dedicados y conmutados (próximamente con ISDN). Se paga instalación y renta mensual

3. *Puertos en el nodo de red Frame Relay.* Es el puerto al cual se va conectar el usuario de la red. Uso del equipo de conmutación. El costo depende de la velocidad. La velocidad es correspondiente con la de acceso. Se paga instalación y renta mensual
4. *Circuitos virtuales permanentes (PVC).* Es la conexión lógica hacia los otros usuarios de la red, el cual involucra siempre un CIR asociado. En el caso de los PVC's se indican los dos extremos para cada PVC. Se paga instalación y la renta mensual depende del CIR contratado. Hay algunas consideraciones especiales que dependen del proveedor del servicio. Por ejemplo, los PVC's asimétricos. Otra variante es la sobre suscripción

Equipo del cliente CPE

Ruteadores

El ruteador de acceso, es un equipo compacto, que ofrece un óptimo costo-beneficio en un dispositivo de multiservicios de acceso que integra voz, datos y tráfico de video sobre una variedad de servicios para conexión a redes WAN.

El ruteador está diseñado para escalar desde ambientes de velocidades bajas como 64 Kbps hasta 2.048 Mbps en redes *Frame Relay* y ATM con un simple cambio de *software*, permite flexibilidad para ser conector a redes publicas o privadas. El cuadro 3.5 describe algunos fabricantes de ruteadores.

Características de los ruteadores

1. Interfaces de Red LAN Ethernet 10BaseT con conectores RJ-45 y puertos seriales síncronos
2. Interfase de Red WAN con enlace para WAN E1 incluyendo DSU/CSU
3. Soporte de protocolos WAN: HDLC, PPP, X.25, *Frame Relay*, SMDS
4. Interfaces G.703, V.35
5. Protocolos de ruteo: RIP, IGRP, OSPF, BGP, EGP, ISIS, IS-IS
6. Voz en paquetes con puertos analógicos con interfaces FXS, FXO y E&M
7. Velocidades para voz de 64, 32 y 8 Kbps
8. Compresión de voz G.723, G.729 y G.729A
9. Transmisión de fax Grupo 3, de 2.4 a 9.6 Kbps.
10. Transmisión de video IP LAN basado vía HDLC, PPP o *Frame Relay*
11. Protocolos IP, IPX y SNA

Cuadro 3.5 Fabricantes de ruteadores

Fabricante	Equipos
3Com	Familia Netbuilder
ACC	Nile Router
Bay Networks	AN, ANH, ASN, ARN, Serie Nautica
CISCO	Serie 2500, 3000, 4000 y 7000
Digital	DECRouter 90TI
HP	HP 27289 A
IBM	6611 Modelo 20
Microcom	MBR/6500
Newport	LAN2 LAN MPR
Retix	RouterXchange 7000

Características de los accesos locales

Los servicios de acceso local consisten básicamente en el enlace de último kilómetro hacia la red pública de *Frame Relay*. Este es un servicio digital para la transmisión de datos, que se ofrece únicamente a nivel local y puede comprender diferentes medios de transmisión. Este servicio es contratado con algún proveedor de servicios y es independiente de la red pública de *Frame Relay* y el objetivo es enlazar las instalaciones del usuario con las facilidades de la red. El acceso de datos debe de ser igual al puerto *Frame Relay* contratado.

En general, las características de los accesos locales son las siguientes:

1. *DS0*. Línea digital dedicada 64K o 128K, calidad buena como acceso
2. *E0/E1*. Línea digital dedicada mediante radio, cobre o fibra óptica N x 64K, 2.048 Mbps como acceso
3. *2B+D*. Línea digital conmutada ISDN a 64K o 128K, calidad buena como acceso o respaldo

Puertos

El cliente obtiene acceso al servicio de *Frame Relay* al terminar sus circuitos de acceso en un puerto residente a un punto de presencia POP del servicio de *Frame Relay*. Los clientes seleccionan la velocidad del puerto que define la tasa máxima a la que el cliente puede transmitir y recibir datos de la red del servicio de *Frame Relay*. El cuadro 3.6 describe las velocidades del puerto *Frame Relay*.

Cuadro 3.6 Velocidades de puertos *Frame Relay* (en Kbps)

64	384	704
128	448	768
192	512	1,024
256	576	1,920
320	640	2,048

Circuitos virtuales permanentes (PVC)

De acuerdo con el capítulo 1, los PVC's son conexiones lógicas entre dos puertos y llevan asociado un CIR, en donde esta velocidad (CIR) que se le asigna a cada uno de los PVC's dependerá de las necesidades de comunicación que presente el usuario o cliente de la red.

Además a cada PVC con CIR asociado, se le puede asignar una tasa de ráfaga de exceso CBIR, donde el valor que se le asigna a ésta ráfaga de exceso dependerá de las características del tráfico a cursar y de las necesidades del usuario del servicio.

Se recomienda que la velocidad de los puertos *Frame Relay* contratados, sea siempre mayor al valor de los CIR's que contenga, con lo cual se garantiza la transmisión de la información de todos los CIR's junto con su CBIR asignado.

En lo que respecta al Índice de información establecido CIR, que viene asociada a cada PVC, se le puede asignar alguna de las velocidades mostradas en el cuadro 3.7.

Cuadro 3.7 Velocidades CIR (en Kbps)

4	256	768
8	320	832
16	384	896
32	448	960
48	512	1,024
64	576	1,792
128	640	2,048
192	704	

Conmutadores para Frame Relay

1. Conmutadores puros *Frame Relay*
2. Conmutadores de celdas con interfaces *Frame Relay*
3. Multiplexores TDM con interfaces *Frame Relay*

Algunas características de los conmutadores

4. Velocidades máximas de los puertos (entre 56Kbps y 1.984Mbps comúnmente, algunos E3/T3)
5. Soporte de PVC's y SVC's
6. Número de DLCI's máximo por puerto
7. Longitud máxima de las tramas *Frame Relay*
8. Soporte de los bits DE, FECN, BECN
9. Soporte de direcciones extendidas (EA)
10. Soporte de los distintos estándares para LMI
11. Manejo del CIR y estadísticas
12. Soporte de la NNI
13. Interfaces: V.35, EIA-449, X.21, E1 G.703, T3, T1 y HSSI

El cuadro 3.8 contiene algunos fabricantes de conmutadores para *Frame Relay*.

Cuadro 3.8 Fabricantes de conmutadores

Fabricante	Equipos
Cascade	Cascade 500, STDX 300/6000 B-STDX 8000/9000
Bay Networks	Equipos BLN, BCN, BNN y BAN
Alcatel	Serie 1100 TPX/TPF
Hughes	FRS9000
CISCO (Stratacom)	Series IPX, BPX
SCITEC	Fastlane F5, F10
NORTEL	DPN-100, MAGELLAN
Newbridge	Modelos 3600, 36120, 36150.

Administración del servicio *Frame Relay*

1. Informe del estado de la conexión y del servicio
2. Notificación por parte de la red al usuario acerca de los DLCI's activos e inactivos

3. Notificación por parte de la red cuando un DLCI falla o es removido
4. Monitoreo en tiempo real del estado de la conexión física y lógica entre el usuario y la red
5. Información adicional en caso de congestión
6. Notificación por parte de la red acerca del ancho de banda provisto por la red para cada circuito virtual
7. Asignación en tiempo real de nuevos PVC's y sus parámetros como por ejemplo el CIR

Mediciones en *Frame Relay*

1. Mediciones de línea o de transmisión
2. Mediciones físicas
3. Mediciones de BER

Análisis de protocolo

1. Conectividad local
2. Enrutamiento Extremo - Extremo
3. Pruebas de estrés sobre el protocolo
4. Monitoreo en servicio

Redes *Frame Relay* disponibles en México

Alestra

1. Servicio *Alestra Frame Relay*
2. Accesos de 64 Kbps a 2.048 Mbps. Variedad de opciones para el CIR y manejo de PVC's simétricos y asimétricos
3. Plataforma: *Cisco (Stratacom)*
4. Cobertura en las ciudades con presencia de *Alestra*
5. Servicios a Estados Unidos con AT&T y mundiales con *World Partners*

Avantel

1. Servicio *Avantel Frame Relay Service*
2. Accesos de 64 Kbps a 2.048 Mbps. Variedad de opciones para el CIR y manejo de PVC's simétricos y asimétricos
3. Plataforma: *Bay Networks*
4. Cobertura en las ciudades con presencia de *Avantel (26)*
5. Servicios a Estados Unidos con *Hyperstream* de *MCI* y mundiales con red de *Concert*

InterVan

1. Primer proveedor en México, nace en 1994. Surge como una división de *Intersys*, ahora como empresa independiente desde 1996
2. Convenio con *LDDS WorldCom (LDDS & WILTEL)* para ofrecer servicios *Frame Relay* en 100 ciudades en Estados Unidos y en otras 15 de Europa y Asia. En 1998 planean más de 20 ciudades en México
3. Cuenta con acceso a la red *UUNet*, uno de los principales puntos de acceso al *backbone* de alta velocidad de INTERNET
4. Plataforma: *Stratacom*
5. Servicios
6. Accesos *Frame Relay* y ATM
7. Acceso corporativo a INTERNET
8. Servicios de administración de red y *outsourcing*
9. El acceso para la última milla se realiza mediante servicios de *Telmex (RDI)*

OPTEL

1. *Optel* es una empresa del *Grupo Autrey*
2. Accesos síncronos dedicados (E1, 256K, 64K)
3. El acceso se hace mediante la contratación de un enlace dedicado con *Telmex (RDI)*
4. Ofrecen servicios de X.25, correo electrónico, acceso a *Internet*, *Web Hosting*, y desarrollo de *Intranets*
5. Plataforma: *Newbridge*
6. Cobertura nacional, con acceso local en cuatro ciudades. Servicio a 20 países, con *Sprint Global Frame Relay*
7. Transporte para protocolos como: X.25, SDLC, TCP/IP, IPX, etc.

UNINET

1. *Telmex* y *Consortio Red Uno*
2. Conexión con *Sprint (Global Frame Relay Network)* para ofrecer servicios internacionales
3. Accesos desde 64 K, hasta 2.048 Mbps con infraestructura de la RDI
4. Cobertura en las principales ciudades de México
5. Plataforma: *Cascade Communications Inc. (Ascend)* para *Frame Relay* y *Alcatel* para X.25
6. Oferta de equipo terminal con *Red Uno*
7. Servicios. Accesos *Frame Relay*, X.25 y red IP, acceso a INTERNET y accesos ATM

3.3.2. Diseño de una red pública *Frame Relay*

Se considera la instalación de equipos ruteadores en los hoteles y oficinas remotas a conectar, incluyendo las *Oficinas Corporativas*, con lo cual se podrá realizar la transferencia de información entre sus diferentes aplicaciones, y podrán consultar los datos que se encuentren en su respectivo nodo principal de la ciudad de México.

El gran desempeño que ofrece el servicio de *Frame Relay* público permite transportar tráfico de alta velocidad, de comportamiento variable, de una manera confiable y con bajos tiempos de respuesta. Por lo tanto, este servicio se ajusta a la demanda para la transmisión de datos, ya que su flexibilidad permite que únicamente se utilice el ancho de banda necesario a través de los circuitos virtuales o canales lógicos que se establecen entre las localidades a comunicar. Considerando los mismos elementos para el diseño de una red de comunicaciones de la primera alternativa, tenemos:

Topología de la red

La topología con la que contará *Hoteles Camino Real* será tipo estrella, es decir, la comunicación tendrá como lugar central las *Oficinas Corporativas* para todos sus nodos remotos por medio del proveedor de *Frame Relay* público.

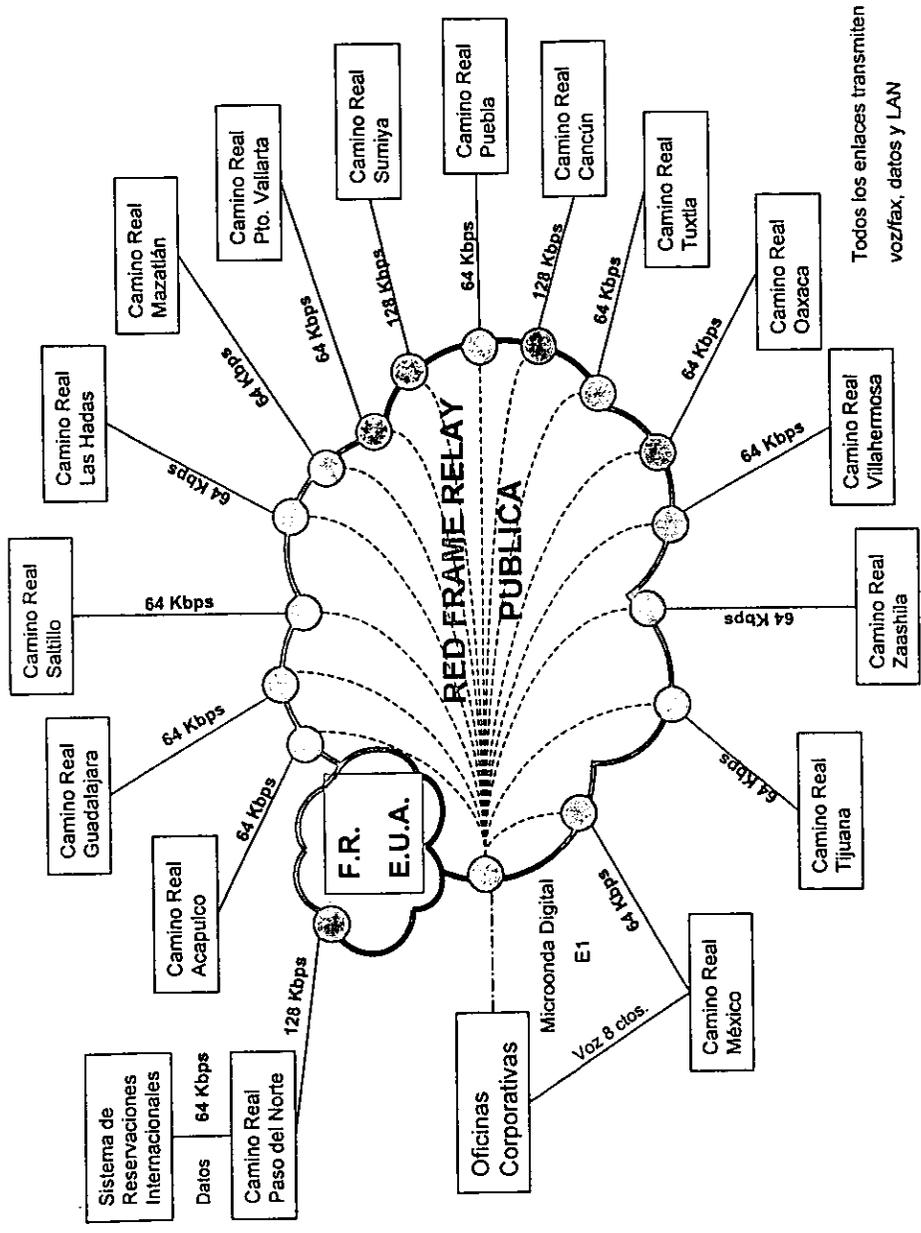
Analizando las necesidades de comunicación actuales y futuras en cuanto a la transmisión de voz/fax y datos de *Hoteles Camino Real*, la red propuesta consiste en asignar enlaces de 1,024 Kbps y 64 Kbps, como accesos a la red de *Frame Relay* público contratada y PVC's entre los diferentes puntos a comunicar.

Tomando en cuenta lo anterior, y con base en el cuadro de localidades y sus respectivos servicios del proveedor de *Frame Relay* público asignados, en la figura 3.2 se muestra el esquema de conexión propuesto, para comunicar eficientemente las localidades de *Hoteles Camino Real*.

Consideraciones de ancho de banda

Se consideran circuitos *Frame Relay* de diferentes capacidades de acuerdo con la jerarquía de los nodos.

Para determinar el ancho de banda necesario, se tienen las siguientes consideraciones: los canales de voz y fax se manejarán en paquetes a 8 Kbps por medio de la recomendación G.729, para el tráfico de datos de redes LAN se requiere de 24 Kbps. En el cuadro 3.9 se describe en ancho de banda necesario para cada localidad.



Todos los enlaces transmiten voz/fax, datos y LAN

Figura 3.2 Red pública Frame Relay.

El acceso a la red pública de *Frame Relay* se entregará en las localidades remotas vía DS0 y DS0 duales tanto locales como nacionales y se entregará en interfase V.35.

Cuadro 3.9 Anchos de banda para cada localidad (en Kbps)

Localidad	Ancho de banda requerido.	Velocidad del acceso	Velocidad del puerto	CIR	CBIR
C. R. Acapulco	48	64	64	32	16
C. R. Cancún	64	128	128	48	16
C. R. Guadalajara	48	64	64	32	16
C. R. Las Hadas	48	64	64	32	16
C. R. Mazatlán	48	64	64	32	16
C. R. México	48	64	64	32	16
C. R. Oaxaca	48	64	64	32	16
C. R. Paso del Norte	96	128	128	64	32
C. R. Puebla	48	64	64	32	16
C. R. Puerto Vallarta	48	64	64	32	16
C. R. Saltillo	56	64	64	32	16
C. R. Sumiya	64	128	128	48	16
C. R. Tijuana	56	64	64	32	16
C. R. Tuxtla	48	64	64	32	16
C. R. Villahermosa	48	64	64	32	16
C. R. Zaashila	48	64	64	32	16
Oficinas Corporativas	976	1,024	1,024	576	272

La velocidad del puerto debe ser igual a la velocidad del acceso.

Para las *Oficinas Corporativas* ubicadas en México, D. F. se instalará un puerto de *Frame Relay* con un ancho de banda de 1,024 Kbps, que se entregará por medio de una microonda digital, este puerto permitirá la interconexión con los 15 sitios remotos.

La velocidad del puerto *Frame Relay* se obtiene sumando los CIR's de todos los nodos remotos a conectar, lo que da un total de 576 Kbps, por lo que se recomienda un ancho de banda de 1,024 Kbps, para crecimiento futuro.

El acceso al proveedor de *Frame Relay* público se hará por medio del acceso antes mencionado, donde se tendrá la siguiente configuración:

Enlace:	1,024 Kbps
Puerto de <i>Frame Relay</i> :	1,024 Kbps

El equipo de radio es propiedad del proveedor de *Frame Relay* público, se tendrá que efectuar un estudio de línea de vista para asegurar la factibilidad del enlace, el cual nos indicará la ubicación exacta de instalación de las antenas, tamaño de las torres y los puntos de presencia (POP) del proveedor más cercanos. Este servicio se entregará en interfase G.703.

Se instalarán equipos ruteadores, para el manejo del tráfico de voz/fax y datos, el cual se conectará a la red pública de *Frame Relay*.

Selección y configuración de los equipos requeridos en cada sitio

Ruteadores

Ruteador FRAD. Es un concentrador de acceso que utiliza tecnologías de ruteo para integrar diferentes tipos de tráfico. Soporta conexiones de voz analógica o digital. La configuración analógica permite de uno hasta seis puertos de voz. Cuando se configura como operación digital, este ruteador FRAD puede soportar hasta 30 canales de voz.

Todos los equipos incluyen cinco conectores seriales universales, un puerto para red LAN Ethernet 10BaseT, un conector RJ-45 serial asincrónico para acceso de módem auxiliar y un puerto serial asincrónico RJ-45 para configuración local.

Los siguientes módulos se agregarán a los equipos:

1. AVM6 – Interfase analógica de voz seis puertos
2. VCM6 – Módulo de compresión de voz
3. APM-EM – Módulos personales analógicos E&M
4. DVM-E1 – Interface digital de voz para E1
5. MTM-E1 – Módulo T1/E1 incluido DSU/CSU

NTU

Estos equipos son proporcionados por el proveedor del acceso a la red, para el acceso de las *Oficinas Corporativas*, se usará un DSU/CSU.

Tarjetas E&M para conmutadores

En el cuadro 3.10 muestra la configuración de equipos necesarios para una red *Frame Relay* pública

3.3.3 Consideraciones especiales de diseño

Cabe resaltar que la manera de establecer el CIR que se le asigna a cada PVC y su correspondiente CBIR, depende principalmente del tipo y comportamiento de las aplicaciones que emplean en cada sitio que se desea conectar, por lo que se recomienda el uso de un CBIR de 16 Kbps para soportar los picos generados por el tráfico de la información.

Para los enlaces de *Camino Real Sumiya* y *Camino Real Tijuana* existe sobresuscripción, ya que el ancho de banda requerido es mayor a la suma del ancho de banda del CIR y el CBIR correspondiente. Lo que podría ocasionar algunos retardos en la transmisión de datos, y en casos críticos, pérdida de información.

3.3.4. Beneficios

El crecimiento que pudiera darse en un futuro está plenamente garantizado a través de esta red, ya que en caso de requerirse mayor ancho de banda y/o necesitarse conectar otros sitios, los sistemas y servicios ofrecidos sólo requerirán de una reconfiguración para poder satisfacer las necesidades en forma inmediata.

Por tal motivo, el proveedor de *Frame Relay* estará monitoreando los circuitos virtuales (PVC's) de *Hoteles Camino Real*, para poder así determinar los crecimientos que se le deben de asignar a cada PVC y estar en posibilidad de asignar una tasa de ráfaga de exceso según las necesidades del mismo.

Los casos que requieran de una ampliación en el ancho de banda, ya sean en el enlace, puerto de *Frame Relay* o PVC implicará en consecuencia, un aumento en los costos de contratación y renta mensual, que será proporcional a la ampliación requerida.

Los sitios se podrán configurar para soportar ráfagas de exceso mayores para los casos en que el tráfico requiera un incremento en ancho de banda. Podrán configurarse por *software* velocidades y tolerancias mayores, sin requerir modificaciones en *hardware*.

Cuadro 3.10 Configuración de equipos por localidad

Localidad	Ruteador FRAD con tarjeta LAN	Módulos para voz/fax	Tipo de módulo	Tarjetas E&M 4 puertos
C. R. Acapulco	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Cancún	1	1	AVM6	2
		1	VCM6	
		6	APM-EM	
C. R. Guadalajara	1	1	AVM6	0
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Las Hadas	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Mazatlán	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. México	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Oaxaca	1	1	AVM6	0
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Paso del Norte	1	1	AVM6	2
		1	VCM6	
		6	APM-EM	
C. R. Puebla	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Puerto Vallarta	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Saltillo	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Sumiya	1	1	AVM6	2
		1	VCM6	
		6	APM-EM	
C. R. Tijuana	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Tuxtla	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Villahermosa	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
C. R. Zaashila	1	1	AVM6	1
		1	VCM6	
		4	APM-EM	
Oficinas corporativas	1	1	DVM-E1	0

Para las *Oficinas Corporativas* se integrará un módulo MTM-E1 para conexión con la red WAN. Además será necesario una tarjeta 30DTI para el conmutador.

En el nodo central se utilizará un enlace de 1,024 Kbps. El cual podrá soportar diferentes velocidades de puerto de *Frame Relay* así como varios PVC's al mismo tiempo y debido a su forma de operación, las velocidades de estos últimos serán dinámicas de acuerdo a la disponibilidad de ancho de banda en el momento de la transmisión.

La ráfaga de información CBIR permitirá que, en los momentos que una ampliación así lo requiera, se pueda transmitir información a una mayor velocidad (equivalente a la suma del CIR asociado más el valor del CBIR asignado), pero esto se podrá llevar acabo siempre y cuando no exista congestión en la red, y el valor del puerto de *Frame Relay* y el enlace lo permitan.

Con esta solución se tendrá una plataforma adecuada que permita un fácil desarrollo y crecimiento de la red de telecomunicaciones de *Hoteles Camino Real*.

Se contará con un sistema de administración eficiente proporcionado por el proveedor de *Frame Relay* público.

Se contará con una alta seguridad en la red de fibra óptica, esto es, que se podrá mantener el servicio aún en el caso improbable de alguna falla de uno de los elementos de la red de fibra óptica, ya que se cuenta con redundancia real en todos los anillos de fibra óptica de larga distancia, metropolitanos, colectores y todos los elementos activos que conforman la red.

ESTUDIO ECONÓMICO Y FASES DE INTEGRACIÓN

Con el fin de poder determinar la mejor opción costo-beneficio del proyecto de red de comunicaciones de voz y datos para *Hoteles Camino Real* y de acuerdo a las alternativas planteadas en el capítulo 3, a continuación se presenta un estudio económico durante los primeros cinco años de vida útil del proyecto. Finalmente se describirá el proceso de integración de la nueva red de comunicaciones a los sistemas que actualmente operan en la cadena.

4.1 ESTUDIO ECONÓMICO

Para una red *Frame Relay* pública existe la opción de compra o renta de equipos, por lo que serán analizadas las dos posibilidades de manera independiente. Además se mostrarán los ahorros obtenidos comparando con la red actual de reservaciones incluyendo los gastos por concepto de llamadas de larga distancia efectuados actualmente, los cuales serán absorbidos por la nueva red. El estudio de costo de la nueva red de comunicaciones para *Hoteles Camino Real*, se dividirá en tres partes:

1. Costo de instalación
2. Costo de mantenimiento anual
3. Costo mensual de la red

Costo de instalación

Incluye el precio de los equipos del cliente CPE necesarios para la red y los cargos de instalación de los mismos. Para los servicios ofrecidos por el proveedor de la red WAN se considera el cargo de instalación correspondiente a los servicios contratados. Actualmente todos los *Hoteles Camino Real* cuentan con redes LAN instaladas, por lo que no será necesario considerar los costos de estos equipos. Las tarjetas E&M y E1 necesarias para los

conmutadores, se incluirán dentro del equipamiento. Sin embargo, algunos hoteles ya cuentan con estas tarjetas, por lo que para estos casos no serán consideradas.

Costo de mantenimiento anual

El mantenimiento anual para los equipos CPE incluye refacciones, mantenimientos preventivos y correctivos, y corresponde a 9 % del valor de compra del equipo. Para el primer año no será necesario contratar mantenimiento, debido a que está incluido en la garantía de los equipos.

Costo mensual de la red

El costo mensual incluye las rentas por concepto de servicios contratados con el proveedor de red WAN, renta de los equipos y gastos de operación, incluyendo costo de larga distancia.

Todas las cantidades se muestran en dólares americanos, sin IVA para facilitar los cálculos en casos de inflación ya que los equipos son de importación.

4.1.1 Costo de la primera alternativa (red privada *Frame Relay*)

Equipo del cliente CPE

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
	Camino Real Acapulco		
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.03	\$ 726.03
	Total		\$9,153.73

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Cancún			
1	FRAD Tipo 2 unidad base con 5 ranuras	\$ 3,300.00	\$ 3,300.00
1	Tarjeta para Ethernet LAN con puerto 10BaseT	\$ 1,740.00	\$ 1,740.00
3	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 6,300.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
2	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 2,587.40
1	9% de instalación	\$ 1,306.93	\$ 1,306.93
Total			\$15,828.33

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Guadalajara			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	9% de instalación	\$ 642.00	\$ 642.00
Total			\$7,776.00

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Las Hadas (Manzanillo)			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.03	\$ 726.03
Total			\$9,153.73

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Mazatlán			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.03	\$ 726.03
Total			\$9,153.73

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real México			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.03	\$ 726.03
Total			\$9,153.73

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Oaxaca			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	9% de instalación	\$ 642.00	\$ 642.00
Total			\$7,776.00

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
	Camino Real Paso del Norte		
1	FRAD Tipo 2 unidad base con 5 ranuras	\$ 3,300.00	\$ 3,300.00
1	Tarjeta para Ethernet LAN con puerto 10BaseT	\$ 1,740.00	\$ 1,740.00
3	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 6,300.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
2	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 2,587.40
1	9% de instalación	\$ 1,306.00	\$ 1,306.00
	Total		\$15,827.40

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
	Camino Real Puebla		
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
	Total		\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
	Camino Real Puerto Vallarta		
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
	Total		\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Saltillo			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
Total			\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Sumiya (Cuernavaca)			
1	FRAD Tipo 2 unidad base con 5 ranuras	\$ 3,300.00	\$ 3,300.00
1	Tarjeta para Ethemet LAN con puerto 10BaseT	\$ 1,740.00	\$ 1,740.00
3	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 6,300.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
2	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 2,587.40
1	9% de instalación	\$ 1,306.00	\$ 1,306.00
Total			\$15,827.40

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Tijuana			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
Total			\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Tuxtla			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
		Total	\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Villahermosa			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
		Total	\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Camino Real Zaashila (Huatulco)			
1	FRAD Tipo 3 unidad base LAN Ethernet 3-ranuras	\$ 2,340.00	\$ 2,340.00
2	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
1	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 1,293.70
1	9% de instalación	\$ 726.00	\$ 726.00
		Total	\$9,153.70

Cantidad	Descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
	Oficinas Corporativas		
2	FRAD Tipo 1 unidad base, 5 ranuras	\$ 5,940.00	\$ 11,880.00
2	Interfase E1 (dos interfaces E1 por módulo) 75 ohm coaxial estándar G.703.	\$ 4,200.00	\$ 8,400.00
1	Tarjeta para Ethernet LAN con puerto 10BaseT	\$ 1,740.00	\$ 1,740.00
5	Tarjeta de voz dual con señalización E&M	\$ 2,100.00	\$ 10,500.00
1	Cable Crossover para interconexión de FRAD's	\$ 120.00	\$ 120.00
1	Cable 2 mts. Interfase V.35	\$ 234.00	\$ 234.00
1	Convertidor EIA-232 (V.24) a DCEV.35	\$ 360.00	\$ 360.00
2	Tarjeta E&M para PBX con cuatro puertos	\$ 1,293.70	\$ 2,587.40
1	9% de instalación	\$ 3,223.00	\$ 3,223.00
	Total		\$39,044.40

Nota: Actualmente existe una tarjeta con 4 puertos E&M en el conmutador de las *Oficinas Corporativas*.

Resumen de equipos del cliente CPE

Descripción	Total (USD)
Camino Real Acapulco	\$9,153.73
Camino Real Cancún	\$15,828.33
Camino Real Guadalajara	\$7,776.00
Camino Real Las Hadas (Manzanillo)	\$9,153.73
Camino Real Mazatlán	\$9,153.73
Camino Real México	\$9,153.73
Camino Real Oaxaca	\$7,776.00
Camino Real Paso del Norte	\$15,827.40
Camino Real Puebla	\$9,153.70
Camino Real Puerto Vallarta	\$9,153.70
Camino Real Saltillo	\$9,153.70
Camino Real Sumiya (Cuernavaca)	\$15,827.40
Camino Real Tijuana	\$9,153.70
Camino Real Tuxtla	\$9,153.70
Camino Real Villahermosa	\$9,153.70
Camino Real Zaashila (Huatulco)	\$9,153.70
Oficinas Corporativas	\$39,044.40
Total	\$202,770.35

Mantenimiento

Solamente se incluyen los equipos y accesorios para FRAD. Las tarjetas E&M están incluidas en los contratos de mantenimiento para conmutadores.

Costo de mantenimiento anual **\$ 15,330.00 USD**

Líneas privadas digitales

De acuerdo con las consideraciones del capítulo 3, a continuación se muestran los costos de las líneas privadas. Para una red punto-multipunto no existe cargo en la punta A, por estar incluida en los cargos de la oficina central.

Actualmente existen enlaces de 64 Kbps funcionando para los hoteles *Camino Real Cancún*, *Camino Real México* y *Camino Real Puebla*, por lo que no existirán costos de instalación para estos hoteles. Para *Camino Real Paso del Norte* se considerará el costo por incrementar el enlace a 128 Kbps.

Para los hoteles *Camino Real Acapulco*, *Camino Real Guadalajara*, *Camino Real Manzanillo*, *Camino Real Mazatlán*, *Camino Real Puerto Vallarta*, *Camino Real Saltillo* y *Camino Real Sumiya*, el proveedor ofrece 10% de descuento en instalación por migración de enlace satelital a línea privada terrestre.

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Acapulco 64 Kbps		
Parte local punta A.	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 297 km	\$ 272.80	\$ 244.25
Total	\$ 1,227.90	\$ 318.85

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Cancún 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 0.00	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 1,329 km	\$ 0.00	\$ 501.30
Total	\$ 0.00	\$ 575.90

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Guadalajara 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 474 km	\$ 272.80	\$ 294.00
Total	\$ 1,227.90	\$ 368.60

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Manzanillo 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 558 km	\$ 272.80	\$ 317.60
Total	\$ 1,227.90	\$ 392.20

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Mazatlán 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 875 km	\$ 272.80	\$ 407.30
Total	\$ 1,227.90	\$ 481.90

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-México 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 0.00	\$ 149.20
Circuito de larga distancia 0 km	\$ 0.00	\$ 0.00
Total	\$ 0.00	\$ 149.20

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Oaxaca 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 1,061.30	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 362 km	\$ 303.20	\$ 262.50
Total	\$ 1,364.50	\$ 337.10

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Ciudad Juárez 128 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 1,592.00	\$ 141.80
Circuito de larga distancia 1,568 km	\$ 400.00	\$ 1,406.00
Total	\$ 1,992.00	\$ 1,547.80

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace Ciudad Juárez-El Paso Texas 128 Kbps		
Parte local punta A	\$ 1,324.00	\$ 154.00
Parte local punta B	\$ 1,324.00	\$ 154.00
Circuito de larga distancia	\$ 350.00	\$ 349.00
Total	\$ 2,998.00	\$ 657.00

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Puebla 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 0.00	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 109 km	\$ 0.00	\$ 499.10
Total	\$ 0.00	\$ 573.70

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Puerto Vallarta 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 665 km	\$ 272.80	\$ 347.70
Total	\$ 1,227.90	\$ 422.30

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Salttillo 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 688 km	\$ 272.80	\$ 354.10
Total	\$ 1,227.90	\$ 428.70

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Cuernavaca 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 955.10	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 59 km	\$ 272.80	\$ 102.20
Total	\$ 1,227.90	\$ 176.80

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Tijuana 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Circuito de larga distancia 1,984 km	\$ 303.20	\$ 424.80
Parte local punta B	\$ 418.45	\$ 385.45
Equipo NTU con cargo al cliente	\$ 1,500.00	
Total	\$ 2,221.65	\$ 810.25

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Tuxtla Gutiérrez 64Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 1,061.30	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 703 km	\$ 303.20	\$ 358.30
Total	\$ 1,364.50	\$ 432.90

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Villahermosa 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 1,061.30	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 675 km	\$ 303.20	\$ 350.50
Total	\$ 1,364.50	\$ 425.10

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Huatulco 64 Kbps		
Parte local punta A	\$ 0.00	\$ 0.00
Parte local punta B	\$ 1,061.30	\$ 74.60
Circuito de larga distancia 385 km	\$ 303.20	\$ 269.00
Total	\$ 1,364.50	\$ 343.60

Producto	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Oficinas corporativas		
E1 punto-multipunto	\$ 7,479.90	\$ 1,314.00

Resumen de líneas privadas digitales

Descripción	Cargos de instalación (USD)	Renta mensual (USD)
Enlace México-Acapulco 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 318.85
Enlace México-Cancún 64 Kbps	\$ 0.00	\$ 575.90
Enlace México-Guadalajara 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 368.60
Enlace México-Manzanillo 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 392.20
Enlace México-Mazatlán 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 481.90
Enlace México-México 64 Kbps	\$ 0.00	\$ 149.20
Enlace México-Oaxaca 64 Kbps	\$ 1,364.50	\$ 337.10
Enlace México-Ciudad Juárez 128 Kbps	\$ 1,992.00	\$ 1,547.80
Enlace Ciudad Juárez-El Paso Texas 128 Kbps	\$ 2,998.00	\$ 657.00
Enlace México-Puebla 64 Kbps	\$ 0.00	\$ 573.70
Enlace México-Puerto Vallarta 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 422.30
Enlace México-Saltito 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 428.70
Enlace México-Cuernavaca 64 Kbps	\$ 1,227.90	\$ 176.80
Enlace México-Tijuana 64 Kbps	\$ 2,221.65	\$ 810.25
Enlace México-Tuxtla Gutiérrez 64 Kbps	\$ 1,364.50	\$ 432.90
Enlace México-Villahermosa 64 Kbps	\$ 1,364.50	\$ 425.10
Enlace México-Huatulco 64 Kbps	\$ 1,364.50	\$ 343.60
E1 PMP Oficinas Corporativas	\$ 7,479.90	\$ 1,314.00
Total	\$ 28,744.85	\$ 9,755.90

Costo de la red privada Frame Relay, en dólares americanos

Costo de instalación	\$ 231,515.20
Costo de mantenimiento anual	\$ 15,330.00
Costo de renta mensual	\$ 9,755.90

4.1.2 Costo de la segunda alternativa (red pública *Frame Relay*)

Equipo del cliente CPE

Considerando la configuración de equipos del capítulo 3, a continuación se muestra un cuadro con los costos de los equipos necesarios, los cuales incluyen los cargos de instalación.

Para esta alternativa existe la posibilidad de rentar los equipos ruteadores y DSU/CSU's.

En las *Oficinas Corporativas* se requiere la instalación de una tarjeta E1 para enlaces digitales de voz en el conmutador de esta localidad, debido a que los ruteadores sólo tienen capacidad de seis canales de voz analógicos, pero tienen la opción de conectar un enlace E1.

Para las tarjetas E&M, se describe la cantidad total necesaria para todos los hoteles así como el cargo de instalación de las mismas en dólares americanos.

Cantidad	Descripción	Contratación (USD)	Renta mensual (USD)	Precio de compra (USD)
13	Ruteador con 4 canales de voz	\$ 3,770.00	\$ 3,770.00	\$ 72,670.00
3	Ruteador con 6 canales de voz	\$ 924.00	\$ 924.00	\$ 17,370.00
1	Ruteador con 30 canales de voz	\$ 388.00	\$ 388.00	\$ 7,485.00
1	DSU/CSU	\$ 145.00	\$ 145.00	\$ 2,795.00
19	Tarjeta E&M para conmutador	No aplica	No aplica	\$ 24,580.30
1	Instalación de tarjetas E&M	No aplica	No aplica	\$ 2,212.00
1	Tarjeta 30DTI-D para interfase E1 PBX.	No aplica	No aplica	\$ 5,317.00
	Total	\$ 5,227.00	\$ 5,227.00	\$ 132,429.30

Mantenimiento

El mantenimiento con refacciones tiene un costo de 9 % del valor de los equipos ruteadores y DSU/CSU's.

Costo de mantenimiento anual **\$ 9,028.00 USD**

Acceso local

A continuación se indican los costos relacionados con la componente de acceso local, que depende de la distancia al POP más cercano del proveedor. Los sitios de hoteles se entregarán vía DS0 y DS0 duales tanto locales como nacionales vía un proveedor local. El sitio de *Camino Real Paso del Norte* es vía un proveedor en Estados Unidos y el sitio de *Oficinas Corporativas* es vía microondas de un proveedor en México.

Localidad	POP	Velocidad (Kbps)	Distancia a POP (km)	Instalación (USD)	Renta (USD)
Camino Real Acapulco	Cuernavaca	64	240	\$1,703.00	\$ 346.00
Camino Real Cancún	Puebla	128	1,220	\$ 2,725.00	\$ 1,138.00
Camino Real Guadalajara	Guadalajara	64	0	\$ 1,061.00	\$ 74.00
Camino Real Las Hadas	Guadalajara	64	230	\$1,703.00	\$ 343.00
Camino Real Mazatlán	Torreón	64	400	\$1,703.00	\$ 391.00
Camino Real Oaxaca	Puebla	64	300	\$1,703.00	\$ 363.00
Camino Real Paso del Norte	El Paso Tx.	128	0	\$ 3,050.00	\$ 924.00
Camino Real Puebla	Puebla	64	0	\$ 1,061.00	\$ 74.00
Camino Real Puerto Vallarta	Guadalajara	64	200	\$1,703.00	\$ 335.00
Camino Real Saltillo	Saltillo	64	0	\$ 1,061.00	\$ 74.00
Camino Real Sumiya	Cuernavaca	128	0	\$ 1,592.00	\$ 141.00
Camino Real Tijuana	Tijuana	64	0	\$ 1,061.00	\$ 74.00
Camino Real Tuxtla	Puebla	64	600	\$1,703.00	\$ 447.00
Camino Real Villahermosa	Puebla	64	570	\$1,703.00	\$ 439.00
Camino Real Zaashila	Puebla	64	450	\$1,703.00	\$ 405.00
Oficinas Corporativas	México	1,024	0	\$ 7,479.00	\$ 437.00
Total de instalación				\$32,714.00	
Total de renta mensual					\$6,005.00

Puerto de Frame Relay y CIR

Localidad	Puerto (Kbps)	CIR (Kbps)	Instalación puerto (USD)	Instalación CIR (USD)	Renta puerto (USD)	Renta CIR (USD)
Camino Real Acapulco	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Cancún	128	48	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 180.00	\$ 65.00
Camino Real Guadalajara	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Las Hadas	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Mazatlán	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Oaxaca	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Paso del Norte (EUA)	128	64	\$ 1,000.00	\$ 25.00	\$ 570.00	\$ 629.00
Camino Real Paso del Norte (MEX)	128	64	No aplica	\$ 15.00	No aplica	\$ 565.00
Camino Real Puebla	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Puerto Vallarta	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Saltillo	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Sumiya	128	48	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 180.00	\$ 65.00
Camino Real Tijuana	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Tuxtla	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Villahermosa	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Camino Real Zaashila	64	32	\$ 170.00	\$ 15.00	\$ 100.00	\$ 44.00
Oficinas Corporativas	1,024	No aplica	\$ 400.00	No aplica	\$ 1,601.00	No aplica
Total			\$3,780.00	\$250.00	\$3,731.00	\$1,852.00
Total de instalación			\$ 4,030.00			
Total de renta mensual						\$ 5,583.00

Costo de la red pública Frame Relay, en dólares americanos

Costo de instalación	\$ 169,173.30
Costo de mantenimiento anual	\$ 9,028.00
Costo mensual de la red	\$ 11,588.00

Costo de la red pública Frame Relay con renta de equipos, en dólares americanos

Costo de instalación	\$ 74,080.30
Costo mensual de la red	\$ 16,815.00

Nota. Para la alternativa de renta de equipo no se considera mantenimiento.

4.1.3 Costo de la red actual

Para determinar el costo de la red actual, se consideran los gastos por larga distancia de llamadas administrativas, las cuales serán absorbidas por la nueva red de comunicaciones de voz/fax y datos. Para el concepto de renta se incluyen los gastos actuales de las estaciones satelitales, líneas privadas y el sistema *FaxStar*.

Localidad	Ciudad	Gastos voz/fax (USD)	Renta (USD)	Total (USD)
Camino Real Acapulco	Acapulco, Gro.	\$ 734.55	\$ 457.80	\$ 1,192.35
Camino Real Cancún	Cancún, Q. R.	\$ 311.07	\$ 575.60	\$ 886.67
Camino Real Guadalajara	Guadalajara, Jal.	\$ 1,805.80	\$ 457.80	\$ 2,263.60
Camino Real Las Hadas	Manzanillo, Col.	\$ 619.40	\$ 457.80	\$ 1,077.20
Camino Real Mazatlán	Mazatlán, Sin.	\$ 613.50	\$ 457.80	\$ 1,071.30
Camino Real México	México, D. F.	\$ 427.00	\$ 149.20	\$ 576.20
Camino Real Oaxaca	Oaxaca, Oax.	\$ 727.60	\$ 92.92	\$ 820.52
Camino Real Paso del Norte	Estados Unidos y mundial	\$ 1,144.60	\$ 1,117.00	\$ 2,261.60
Camino Real Puebla	Puebla, Pue.	\$ 495.00	\$ 480.00	\$ 975.00
Camino Real Puerto Vallarta	Puerto Vallarta, Jal.	\$ 678.20	\$ 457.80	\$ 1,136.00
Camino Real Saltillo	Saltillo, Coah.	\$ 267.32	\$ 457.80	\$ 725.12
Camino Real Sumiya	Cuernavaca, Mor.	\$ 1,578.36	\$ 457.80	\$ 2,036.16
Camino Real Tijuana	Tijuana, B.C.N.	\$ 1,420.82	\$ 69.28	\$ 1,490.10
Camino Real Tuxtla	Tuxtla Gutiérrez, Chis.	\$ 504.07	\$ 52.11	\$ 556.18
Camino Real Villahermosa	Villahermosa, Tab.	\$ 475.79	\$ 72.77	\$ 548.56
Camino Real Zaashila	Huatulco, Oax.	\$ 247.70	\$ 214.30	\$ 462.00
Total		\$12,050.78	\$6,027.78	\$18,078.56

Mantenimiento

El mantenimiento de la red actual se divide en el costo los equipos multiplexores y controladores de redes *Token Ring*, multiplexor *Newbridge* para E1 y ruteadores para X.25.

Costo de la red actual, en dólares americanos

Gastos de voz/fax	\$ 12,050.78
Renta mensual	\$ 6,027.78
Costo mensual de la red	\$ 18,078.56
Costo de mantenimiento anual	\$ 20,350.00

4.1.4 Comparativo de costos

Considerando una operación de la red a cinco años, donde el año cero incluye la instalación, gastos de operación y puesta en marcha del equipo. A continuación se muestran los siguientes comparativos, de acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente:

Red privada *Frame Relay* vs red actual (ver figura 4.1), en dólares americanos

Total de gastos a cinco años de la red actual	\$ 1,423,756
Total de gastos a cinco años de la red privada <i>Frame Relay</i>	\$ 1,002,735
Amortización en	12 meses
Total de ahorros	\$ 421,021

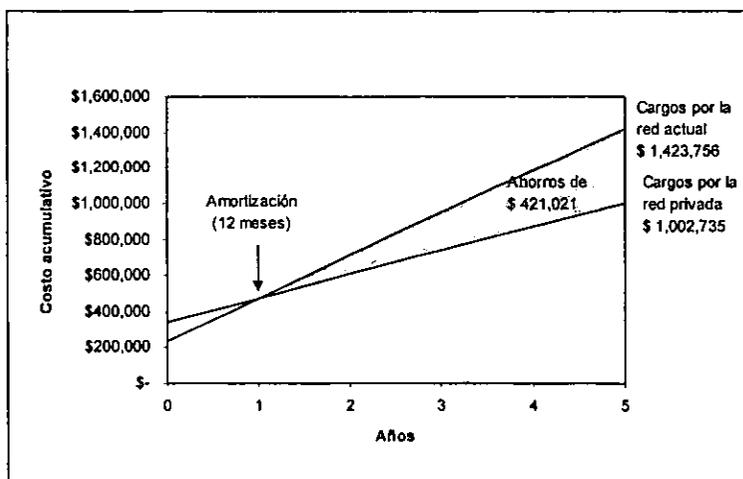


Figura 4.1 Red privada *Frame Relay* vs red actual

Red pública *Frame Relay* vs red actual (ver figura 4.2), en dólares americanos

Total de gastos a cinco años de la red actual	\$ 1,423,756
Total de gastos a cinco años de la red pública <i>Frame Relay</i>	\$ 1,048,649
Amortización en	11 meses
Total de ahorros	\$ 375,107

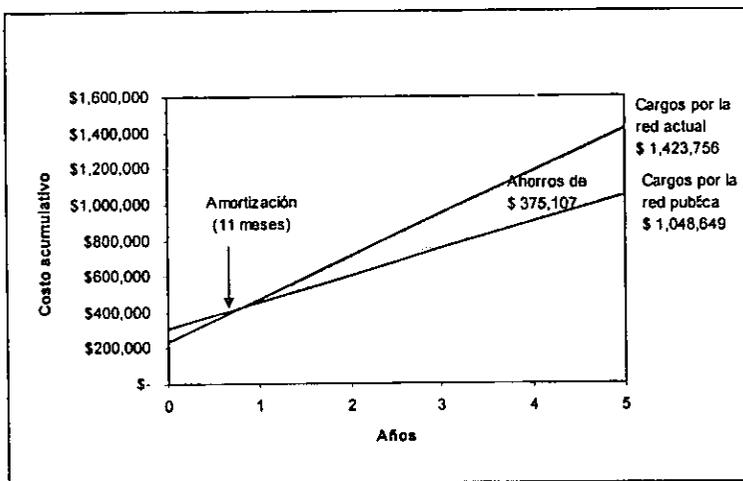


Figura 4.2 Red pública *Frame Relay* vs red actual

Red pública *Frame Relay* con equipos rentados vs red actual (ver figura 4.3), en dólares americanos

Total de gastos a cinco años de la red actual	\$ 1,423,756
Total de gastos a cinco años de la red pública <i>Frame Relay</i> (Renta)	\$ 1,284,710
Amortización en	13 meses
Total de ahorros	\$ 139,046

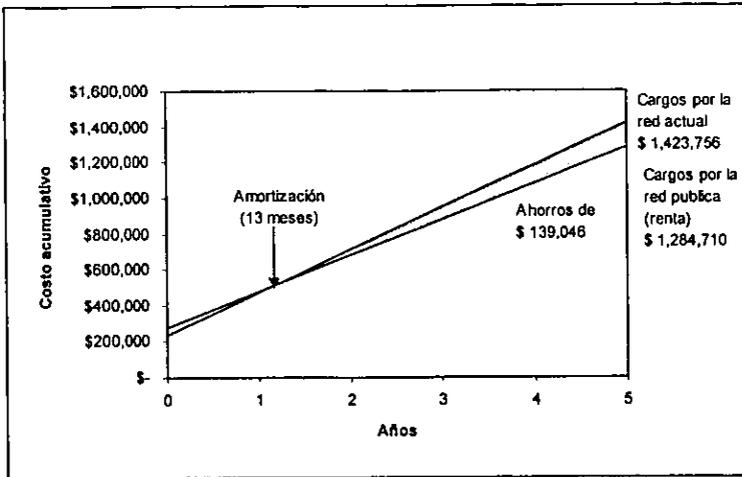


Figura 4.3 Red pública *Frame Relay* con equipos rentados vs red actual

4.2 RESULTADO DEL ESTUDIO ECONÓMICO

Considerando el comparativo realizado, la mejor opción costo-beneficio es la **RED PRIVADA *Frame Relay***, aunque es la alternativa con la inversión inicial más alta, a cinco años presenta la mayor cantidad de ahorros en comparación con los gastos de la red actual, con un total de \$421,021 dólares americanos, debido a la integración de voz sobre una red de datos. Esta alternativa muestra el costo de renta mensual más bajo que las otras opciones planteadas.

4.3 FASES DE INTEGRACIÓN

Esta alternativa presentará tres fases de integración de la red de comunicaciones para voz/fax y datos. Estas fases de integración de red, describirán el proyecto de instalación de la nueva red de comunicaciones.

4.3.1 Primera fase

En el capítulo 2, se describió la configuración y operación de la red actual de comunicaciones de datos de *Hoteles Camino Real* con sede en la ciudad de México, para esta primera fase se describirá la migración de los enlaces satelitales tipo VSAT de 9.6 Kbps, por enlaces digitales dedicados terrestres de mayor velocidad, además de que el protocolo X.25 será sustituido por el nuevo protocolo de comunicaciones *Frame Relay*.

La idea de utilizar una red privada de *Frame Relay* es con el propósito de ser la plataforma que permita a los *Hoteles Camino Real* desarrollar y soportar diferentes tipos de aplicaciones de voz/fax y datos y que puedan ser fácilmente transportados.

Las aplicaciones de reservaciones, *Huésped Distinguido* y *Goldmain* están ubicadas en las *Oficinas Corporativas* en México y son consultadas por todos los hoteles. Además existe tráfico de datos para Interfaces con los sistemas AS400 de los hoteles, correo electrónico, transferencia de archivos y monitoreo de la red. La información del sistema de reservaciones internacionales se recibe por un enlace de *Camino Real Paso del Norte* y es depositada en el AS400 de reservaciones.

Mediante enlaces dedicados terrestres se reemplazará la red actual de datos satelital tipo VSAT, instalando un E1 punto-multipunto en las *Oficinas Corporativas*, la señal recibida llegará por un solo enlace con interfase G.703, la cual suministra 32 canales lógicos de 64 Kbps cada uno, 30 de los canales son de carga útil y dos de señalización; de los 30 canales de carga útil sólo se utilizarán 16 para los hoteles de cadena. Se utilizarán dos equipos FRAD Tipo 1 en las *Oficinas Corporativas* para soportar el enlace E1, que se conectará a un módulo de interfase ubicado en uno de los equipos, este módulo se encargará de multiplexar los canales lógicos provenientes de las localidades remotas.

En cada hotel se recibirá la señal a través de enlaces tipo DS0 o DS0 duales dependiendo del requerimiento solicitado, esta señal se recibirá en par de cobre conectado a un equipo NTU que maneja dos canales de 64 Kbps y uno de 16 Kbps para señalización o uno de 128 Kbps con 16 Kbps para señalización. Para esta red, se usarán canales de 64 Kbps para la mayoría de los hoteles y para *Camino Real Paso del Norte* se usará un canal de 128 Kbps, la señal será entregada por una interfase tipo V.35, posteriormente se conectarán los equipos FRAD de cada uno de los hoteles.

El enlace a *Camino Real Paso del Norte* se incrementará de 64 Kbps a 128 Kbps, para soportar los canales de voz, datos y el sistema de reservaciones internacionales. La señal se recibirá en un equipo NTU, que entregará interfase V.35 para conectarse a un equipo FRAD Tipo 2 que sustituirá el equipo anterior, para este sistema se usarán tres puertos síncronos del FRAD, para el sistema, la terminal y la impresora.

Los hoteles *Camino Real Cancún* y *Camino Real Puebla* cuentan con equipos Multiplexores, pero será necesario cambiar estos equipos por las nuevas versiones de FRAD's Tipo 2 y FRAD Tipo 3 respectivamente, los cuales soportan el protocolo de comunicaciones *Frame Relay*. Además, estos equipos estarán configurados con tarjetas de voz que soportan señalización E&M.

Para *Camino Real México* existe actualmente un enlace punto a punto de 64 Kbps, que se entrega por medio de un equipo NTU con interfase V.35, esta señal digital se conectará a uno de los seis puertos síncronos de los FRAD's Tipo 1 instalados en las *Oficinas Corporativas*.

Con esta solución obtendremos un ancho de banda mayor, sin retardo satelital, con capacidad suficiente para integrar enlaces de voz/fax y redes LAN sobre la misma red de comunicaciones.

Se sugiere que la instalación de la nueva red de comunicaciones privada *Frame Relay* funcione en paralelo a la red actual satelital por un periodo de tres meses, para garantizar su funcionamiento.

4.3.2 Segunda fase

En esta segunda fase se presentará la integración de las redes LAN de los *Hoteles Camino Real* y *Oficinas Corporativas* a la red privada *Frame Relay* de voz/fax y datos.

El sistema de reservaciones *Starfact* está ubicado en el minicomputador AS400 de las *Oficinas Corporativas*, el cual tiene instalada una tarjeta de red Ethernet 802.3 para conectarse a la red LAN. Las aplicaciones de *Huésped Distinguido* y *Goldmain* están instaladas en servidores conectados a esta misma red LAN, de la que se utilizará un puerto para conectar los equipos FRAD Tipo 1 mediante una tarjeta de red LAN con protocolo Ethernet 802.3 la cual es multiprotocolos, el FRAD será el acceso a la red de comunicaciones de voz/fax y datos.

De esta manera, las terminales de las oficinas de reservaciones de cada hotel podrán tener acceso al sistema de reservaciones *Starfact* de las *Oficinas Corporativas*, así como el sistema de

clientes frecuentes llamado *Huésped Distinguido*. Los departamentos de ventas de cada hotel podrán consultar y hacer modificaciones a la base de datos del sistema *Goldmain*, ubicada en un servidor de las *Oficinas Corporativas*.

Todos los usuarios de hoteles y *Oficinas Corporativas* que utilicen PC's conectadas a redes LAN, tendrán la facilidad de transferir archivos y mandar correo electrónico a otros usuarios de PC's.

Para la aplicación de interfaces, todos los equipos AS400 ubicados en los hoteles, se conectarán a la red LAN por medio de una tarjeta con protocolo 802.3, de esta forma será posible transferir información para mantener actualizados los inventarios de cuartos-noche de los hoteles.

Para el monitoreo de la red, los equipos FRAD pueden utilizar el protocolo de comunicaciones *Frame Relay* para monitorear equipos remotos, por medio de una PC que se encontrará ubicada en las *Oficinas Corporativas*.

Con respecto al equipamiento de PC's instaladas en los departamentos de reservaciones de los hoteles, éstos se encargarán de sustituir los equipos por PC's nuevas que soporten el sistema de red *Windows NT* con protocolo 802.3, para que puedan interactuar con los sistemas de reservaciones *Starfact*, *Huésped Distinguido*, *Goldmain* y sistemas del hotel.

4.3.3 Tercera fase

Se presentará la integración voz/fax en la red privada *Frame Relay*, para tal efecto se instalarán en cada uno de los conmutadores de los hoteles una o dos tarjetas de cuatro puertos E&M. Los conmutadores de *Camino Real Guadalajara* y *Camino Real Oaxaca* ya cuentan con estas tarjetas y para las *Oficinas Corporativas* se instalarán dos tarjetas E&M más, para tener un total de tres y cumplir con el requerimiento de 10 puertos.

Los equipos FRAD contarán con tarjetas para voz/fax con puertos E&M, que comprimen la voz a 8 Kbps con la recomendación de UIT-T G.729 y que pueden transportar tráfico de fax a través de la red *Frame Relay* con señales que requieren un máximo de 9.6 Kbps. Cada tarjeta puede soportar hasta dos puertos de voz/fax. Los conmutadores de las *Oficinas Corporativas* y de cada uno de los hoteles estarán conectados a los equipos FRAD por par trenzado a cuatro hilos.

El nodo central está configurado para soportar todo el tráfico de voz/fax y datos de cada uno de los hoteles conectados a él, y tiene la capacidad para rutear una llamada que es generada por alguna localidad remota y quiere conexión a algún otro hotel, también ese equipo deberá tener la

capacidad de monitorear los enlaces de voz/fax y datos de tal forma que pueda sacar estadísticas de fallas en los canales. Cada uno de los hoteles remotos tendrá posibilidad de conectar equipos de fax a sus conmutadores telefónicos y conectarse a otros equipos de fax a través de la red de comunicaciones de voz/fax y datos.

4.4 MARCACIÓN

Para cada conmutador se programarán códigos de acceso para tomar la ruta de troncales E&M, se recomienda el dígito cinco.

Los equipos FRAD utilizados, manejan la tecnología de conmutación de voz mencionada en el capítulo 2, que nos permite efectuar una llamada a una localidad de la red sin consumir recursos de otros nodos, por lo que será necesario identificar a cada localidad con un número de dos dígitos. En el cuadro 4.1 se muestra la identificación para cada localidad.

Cuadro 4.1 Código de marcación para cada localidad

Localidad	Código
Camino Real Acapulco	10
Camino Real Cancún	15
Camino Real Guadalajara	20
Camino Real Las Hadas	25
Camino Real Mazatlán	30
Camino Real Oaxaca	35
Camino Real Paso del Norte	40
Camino Real Puebla	45
Camino Real Puerto Vallarta	50
Camino Real Saltillo	55
Camino Real Sumiya	60
Camino Real Tijuana	65
Camino Real Tuxtla	70
Camino Real Villahermosa	75
Camino Real Zaashila	80
Oficinas Corporativas	85

Tipos de Marcación

1. *Llamada a otra localidad de la red.* Para efectuar una llamada a otro colaborador de *Hoteles Camino Real* será necesario marcar 5 + dos dígitos de identificación de la localidad + la extensión del colaborador.
2. *Llamada a una ciudad con presencia de un hotel Camino Real.* Será necesario marcar 5 + dos dígitos de identificación de la localidad + el código de acceso para llamada local de ese Hotel (generalmente el 9) + el número local del destino.
3. *Llamadas de larga distancia internacional.* Será necesario marcar el código de acceso 5 + dos dígitos correspondientes al Hotel *Camino Real Paso del Norte* (40), + el código de acceso para llamada externa del conmutador del hotel (9) + el número del destino incluyendo código de ciudad.
4. *Para llamadas de larga distancia mundial.* Será necesario marcar 5 + 40 + 9 + el número del destino, incluyendo código de país y ciudad.

Algunos conmutadores cuentan con la facilidad de "traslación de dígitos", la cual permite utilizar la marcación acostumbrada, ya que el conmutador internamente efectúa el cambio a la marcación real, lo que permite a los usuarios el uso transparente de la red privada de voz/fax.

4.5 VENTAJAS DE LA NUEVA RED DE COMUNICACIONES

De acuerdo al resultado del estudio económico, para una **RED PRIVADA *Frame Relay*** se tienen las siguientes ventajas:

1. Muestra el costo de operación más bajo considerando un pronóstico de servicio a cinco años, dando como resultado mayores ahorros, inclusive sobre la red pública *Frame Relay*
2. Mayor confiabilidad para el manejo de canales de voz/fax, ya que existirá menor retardo, debido a que no es una red pública
3. Considerando el cálculo para el ancho de banda de la red, los canales de voz no exceden el ancho de banda de la línea privada, permitiendo inclusive la transmisión de datos en situaciones críticas
4. Alto rendimiento en el tráfico de datos, debido a que puede utilizar todo el ancho de banda disponible en la línea privada
5. En caso de ser necesario, es posible utilizar la red pública *Frame Relay*, con los mismos equipos formando una red híbrida

CONCLUSIONES

En el área de las telecomunicaciones existen constantes cambios, que presentan nuevas soluciones a las necesidades de las empresas, los servicios deben ofrecer alta velocidad para adecuarse al volumen de tráfico que curse por él, además deben proporcionar un óptimo tiempo de respuesta que permita trabajar adecuadamente a las nuevas aplicaciones que están surgiendo principalmente en el ambiente LAN y deberán contar con facilidad de transporte para tráfico de voz y video. Esto debe hacerse de tal manera que sea posible dar un uso eficiente al ancho de banda.

Para este proyecto en un principio se identificó que pueden existir diferentes alternativas para la solución de las necesidades de *Hoteles Camino Real*, como son: el uso de la red pública Internet combinada con la tecnología VoIP (Voz sobre Protocolo Internet; *Voice over Internet Protocol*), que permite la transmisión de tráfico de voz sobre redes que utilizan en protocolo IP (Protocolo Internet; *Internet Protocol*), pero cuenta actualmente con un menor grado de servicio y requiere de complejos sistemas de seguridad para evitar intrusión en la red. También existe la opción para el manejo de voz por medio de la tecnología VPN (Red Privada Virtual; *Virtual Private Network*) que permite utilizar los servicios de un proveedor de larga distancia para realizar una red privada virtual de voz, con un costo menor en comparación con las tarifas de larga distancia convencional para llamadas entre propiedades de la misma empresa. Sin embargo, no cubre las necesidades requeridas para el manejo de datos. De acuerdo a las necesidades de la empresa y a la infraestructura actualmente instalada, se consideró como mejor solución el uso de la tecnología Frame Relay, que a su vez cuenta con diferentes variantes.

Un aspecto importante que no fue considerado en este proyecto, es el uso de líneas ISDN para el respaldo en caso de falla de los enlaces dedicados, ya que al momento del análisis este servicio se encontraba en lanzamiento en México, por lo que no se consideró desde el principio, pero puede ser fácilmente adaptado en alguna etapa posterior.

Para determinar el resultado de este proyecto de comunicaciones fue necesario realizar un análisis de diferentes factores con base en las necesidades actuales y a mediano plazo de *Hoteles Camino Real*. El resultado final no siempre es el resultado esperado, es necesario realizar un estudio completo antes de presentar una solución, por lo que se deben evaluar todas las opciones existentes en el mercado y elegir las que mejor se adapten a las necesidades de la empresa, en primer lugar se recomienda conocer la operación de los diferentes departamentos que recibirán el servicio.

Posteriormente se documentan las diferentes opciones, para realizar un análisis detallado de las diferentes ventajas y desventajas de cada una de ellas. Para este tipo de proyectos se recomienda asignar un presupuesto calculado en los costos estimados por diferentes cotizaciones presentadas por los proveedores, también se agregan los costos de acondicionamiento de instalaciones, suministro eléctrico, tierra física, iluminación, clima, capacitación del personal operativo y en caso de ser necesario obra civil. Finalmente se recomienda considerar un porcentaje de 15 % para posibles desviaciones del proyecto y así, poder obtener el costo total presupuestado del proyecto.

Una vez identificada una necesidad, se requiere plantear una solución a los intereses de la empresa, por lo que es necesario presentar el proyecto a los ejecutivos internos. Donde se indicarán los beneficios que ofrece la nueva solución, incluyendo el total presupuestado del proyecto y no se deberá incurrir demasiado en los aspectos técnicos. Esta es una de las partes más importantes del proyecto, de aquí que surja el interés para la autorización del mismo.

Si el proyecto es autorizado, se debe encontrar la opción que más convenga a la empresa desde diferentes aspectos como el costo, calidad del servicio, presencia del proveedor en el mercado, mantenimiento y características técnicas de los equipos. Con esta información se puede realizar un comparativo de las mejores soluciones consideradas para el proyecto.

Después de encontrar al proveedor ganador, se requiere determinar a detalle todos los aspectos del proyecto, como contratación de obra, tiempos de entrega, instalación, capacitación, puesta en funcionamiento, etc. Se recomienda realizar un programa de trabajo para establecer la ruta crítica con gráficas de *Gantt*, que incluyan todas las tareas a ejecutar asignando recursos y responsables, también se debe realizar un último ajuste a las consideraciones del proyecto para realizar la configuración definitiva y contratar los servicios anexos, en donde intervienen otros proveedores de servicios, cuidando no utilizar demasiadas empresas en un mismo proyecto.

Además, se debe contar con planes en casos de contingencia y redundancia de los servicios, ya que todos los equipos requieren de un tiempo de adaptación y configuración a detalle para encontrar la fórmula óptima de operación.

Se requiere coordinar un plan de instalación, donde se deberá tener especial atención en no afectar el servicio actual. Como última etapa se realizará la puesta en funcionamiento del proyecto, después de realizar las pruebas correspondientes y para efectos de no afectar el servicio, es necesario realizar el cambio a la nueva red en horarios fuera de oficina.

El diseño de una red de comunicaciones requiere atención a diferentes aspectos, para la planeación, administración y evaluación de proyectos, como el entorno económico, político y social, para ubicar a la empresa en el nuevo contexto competitivo de los mercados internacionales. Otro factor de importancia es la mercadotecnia de productos y los factores importantes en las estrategias de mercadotecnia para industrias de servicios, así como evaluar la efectividad de su servicio. Se deberán incluir técnicas de evaluación financiera de proyectos de inversión para la formulación de presupuestos, con manejo de inflación y riesgo.

El ingeniero en comunicaciones deberá contar con cualidades de comunicación, trabajo en equipo y liderazgo, para la solución y análisis de problemas, con naturaleza para la negociación a fin de que su participación tenga como resultado una relación ganar-ganar. De esta forma el ingeniero de comunicaciones podrá participar en las decisiones estratégicas de su empresa aplicando sus conocimientos y habilidades para elegir las alternativas y competir en los mercados nacionales e internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Freeman Roger L.
Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones
Limusa 1989
2. Bellamy John
Digital Telephony 2nd Edition
Wiley Interscience 1991
3. Nellist John G.
Understanding Telecommunications and Lightwave Systems
IEEE 1992
4. Powers John T., / Stair Henry H. II
Megabit Data Communications
Prentice Hall 1990
5. B. G. King
The Bell System Technical Journal
Bell Telephone Laboratories 1982
6. Newall Christopher
Sistemas de Transmisión Síncronica
Northern Telecom (CALA) 1992
7. Flanagan William A.
ISDN A Practical Guide
Flatiron Publishing , Inc. 1996

-
8. Deasington, R J.
X.25 Explained
Ellis Horwood 1990
 9. MICOM White Papers
Voice over Frame Relay Integration
www.micom.com
 10. Guía para curso
Conmutación Rápida de Paquetes Frame Relay y ATM
ASERCOM 1998
 11. Minoli Daniel
Principles of Signalling for Cell Relay and Frame Relay
Artech House 1995
 12. Flanagan William A.
ATM Users Guide
Flatiron Publishing 1994
 13. K. C. Gupta
Microwaves
Wiley Eastern Limited
 14. Tri T. Ha
Digital Satellite Communications
McGraw Hill
 15. Allard, Frederick
Fiber Optics Handbook
McGraw Hill, Inc
 16. Glenn R. Elion
Fiber Optics in Communications Systems
Dekker (London)

-
17. Freeman Roger L.
Telecommunications System Engineering
Wiley Interscience

 18. Boucher James R.
Voice Teletraffic Systems Engineering
1988

REVISTAS Y PUBLICACIONES

- a) Data Communications
FRADS Lab Test
Vol. 27 No. 13 Sept. 1998

- b) NET@
Servicios Públicos de Frame Relay
Vol. 3, No. 64 Dic. 1998

- c) NET@
Redes Privadas de Frame Relay
Vol. 3, No. 66 Ene 1999

GLOSARIO

ADPCM	Modulación por Código de Pulsos Diferencial Adaptada; <i>Adaptative Differential Pulse Code Modulation</i>
AM	Amplitud Modulada; <i>Amplitude Modulation</i>
ANSI	Instituto Norteamericano de Estandarización; <i>American National Standard Institute</i>
APD	Fotodiodo de Avalancha; <i>Avalanche Photo Diode</i>
ARP	Protocolo de Resolución de Direcciones; <i>Adress Resolution Protocol</i>
ARPA	Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada; <i>Advanced Research Projects Agency</i>
ATM	Modo de Transferencia Asíncrono; <i>Asynchronous Transfer Mode</i>
BECN	Notificación Explícita de Congestión hacia Atrás; <i>Backward Explicit Congestion Notification</i>
BER	Tasa de Error; <i>Bit Error Rate</i>
BERT	Medición de Tasa de Error; <i>Bit Error Rate Test</i>
BPSK	Clave por Cambio de Fase Binario; <i>Binary Phase Shift Keying</i>
CAS	Señalización por Canal Asociado; <i>Channel Associated Signaling</i>
CBIR	Índice de Información de Ráfaga Establecida; <i>Committed Burst Information Rate</i>
CCIR	Comité Consultivo Internacional de Radio; <i>International Radio Consultative Committee</i>
CCITT	Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía; <i>International Telephone and Telegraph Consultative Committee</i>
CCS	Señalización por Canal Común; <i>Common Channel Signaling</i>
CCS	100 Llamada-Segundo; <i>Century Call Second</i>
CIR	Índice de Información Establecida; <i>Committed Information Rate</i>
CPE	Equipo del Cliente; <i>Customer Premises Equipment</i>
CPU	Unidad Procesadora Central; <i>Central Processing Unit</i>

Cs	Llamada-segundo; <i>Call-second</i>
CS-CELP	Código Algebraico de Excitación Lineal Pronosticado de Estructura Conjugada; <i>Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear Predictive</i>
CSU	Unidad de Señal de Canal; <i>Channel Signal Unit</i>
DCE	Equipo de Comunicaciones de Datos; <i>Data Communications Equipment</i>
DE	Bit de Elegibilidad de Descarte; <i>Discard Eligibility Bit</i>
DID	Marcaje Interior Directo; <i>Direct Inward Dial</i>
DLCI	Identificador de Conexión de Enlace de Datos; <i>Data Link Connection Identifier</i>
DSL	Circuito Digital de Usuario; <i>Digital Subscriber Loop</i>
DSP	Procesadores de Señal Digital de Punto Fijo; <i>Fixed Point Digital Signal Processors</i>
DSU	Unidad Digital de Señal; <i>Digital Signal Unit</i>
DTE	Equipo Terminal de Datos; <i>Data Terminal Equipment</i>
DTMF	Tonos de Multifrecuencia Duales; <i>Dual Tone Multi Frequency</i>
DTU	Unidad de Datos Terminal; <i>Data Terminal Unit</i>
EA	Bit de Dirección Extendida; <i>Extended Address Bit</i>
EBHC	Tráfico Promedio en la Hora Pico; <i>Equated Busy Hour Call</i>
EIA	Asociación de Industrias Electrónicas; <i>Electronics Industries Association</i>
FDM	Multiplexación por División de Frecuencia; <i>Frequency Division Multiplexing</i>
FECN	Notificación Explícita de Congestión hacia Adelante; <i>Forward Explicit Congestion Notification</i>
FM	Frecuencia Modulada; <i>Frequency Modulation</i>
FRAD	Multiplexor de Acceso a Frame Relay; <i>Frame Relay Access Device</i>
FSK	Clave por Cambio de Frecuencia; <i>Frequency Shift Keying</i>
FTP	Par Trenzado con Papel Estañado; <i>Foil Twisted Pair</i>
FXO	Oficina Central Foránea; <i>Foreign Exchange Office</i>
FXS	Estación Central Foránea; <i>Foreign Exchange Station</i>
GS	Inicio a Tierra; <i>Ground Start</i>
HDLC	Control de Enlace de Datos de Alto nivel; <i>High-Level Data Link Control</i>
HDWDM	Multiplexación por División de Longitud de Onda de Alta Densidad; <i>High Dense Wavelength Division Multiplexing</i>
HSSI	Interfase Serial de Alta Velocidad; <i>High Speed Serial Interface</i>
IEEE	Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos; <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>

IFRB	Carta de Registro de Frecuencia Internacional; <i>International Frequency Registration Board</i>
IGRP	Protocolo de Ruteo para Puerta de Entrada Interior; <i>Interior Gateway Routing Protocol</i>
IN	Red Inteligente; <i>Intelligent Network</i>
IPX	Intercambio de Paquetes inter-redes; <i>Internet Packet Exchange</i>
IRM	Integración de Módulos de Ruteo; <i>Integration Route Module</i>
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados; <i>Integrated Services Data Network</i>
ISO	Organización Internacional de Normas; <i>International Standards Organization</i>
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones; <i>International Telecommunications Union</i>
ITU-R	ITU - Sector de Radio Comunicación; <i>ITU - Radiocommunication Sector</i>
ITU-T	ITU - Sector de Estandarización de Telecomunicaciones; <i>ITU - Telecommunication Standardization Sector</i>
LAN	Red de Area Local; <i>Local Area Network</i>
LD-CELP	Código de Excitación Lineal Pronosticado de Bajo Retardo; <i>Low-Delay Code Excited Linear Predictor</i>
LMI	Interfase de Administración Local; <i>Local Management Interface</i>
LS	Circuito de Inicio; <i>Loop Start</i>
MFC	Multifrecuencia Compelida; <i>Multi Frequency Compelled</i>
NNI	Interfase de Red a Red; <i>Network to Network Interface</i>
NTU	Unidad de Red Terminal; <i>Network Termination Unit</i>
OSI	Interconexión de Sistemas Abiertos; <i>Open Systems Interconnection</i>
OSPF	Primera Trayectoria Abierta más Corta; <i>Open Shortest Path First</i>
PBX	Central Privada; <i>Private Branch Exchange</i>
PC	Computadora Personal; <i>Personal Computer</i>
PCM	Modulación por Código de Pulsos; <i>Pulse Code Modulación</i>
PDH	Jerarquía Digital Plesiócrona; <i>Plesiochronous Digital Hierarchy</i>
PM	Modulación de Fase; <i>Phase Modulation</i>
POP	Punto de Presencia; <i>Point of Present</i>
PPP	Protocolo Punto a Punto; <i>Point to Point Protocol</i>
PSK	Clave por Cambio de Fase; <i>Phase Shift Keying</i>

PVC	Circuito Virtual Permanente; <i>Permanent Virtual Circuit</i>
QAM	Amplitud Modulada de Cuadratura; <i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QPSK	Clave por Cambio de Fase Cuaternario; <i>Quaternary Phase Shift Keying</i>
RFC	Solicitud de Comentario; <i>Request For Comments</i>
RIP	Protocolo de Ruteo Inter-redes; <i>Routing Internet Protocol</i>
SCT	Secretaria de Comunicaciones y Transportes
ScTP	Par Trenzado con Pantalla; <i>Screened Twisted Pair</i>
SL	Circuito de Abonado; <i>Subscriber Loop</i>
SMDS	Servicio de Datos Conmutado Múltiple megabit; <i>Switched Multimegabit Data Service</i>
SNA	Arquitectura de Sistema de Red; <i>System Network Architecture</i>
SPC	Programa de Control Almacenado; <i>Stored Program Control</i>
SS7	Sistema de Señalización Número 7; <i>Signaling System Number 7</i>
STDM	Multiplexores Estadísticos por División de Tiempo; <i>Statistical Time Division Multiplexors</i>
STP	Par Trenzado Blindado; <i>Shielded Twisted Pair</i>
SVC	Circuito Virtual Conmutado; <i>Switched Virtual Circuit</i> .
TA	Terminal de Adaptación; <i>Terminal Adapter</i>
TCP/IP	Protocolo de Transmisión de Control/ Protocolo Internet; <i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TDM	Multiplexación por División de Tiempo; <i>Time División Multiplexing</i>
TS	Ranura de Tiempo; <i>Time Slot</i>
UNI	Interfase de Red de Usuario; <i>User Network Interface</i>
UTP	Par Trenzado sin Blindar; <i>Unshielded Twisted Pair</i>
VC	Circuito Virtual; <i>Virtual Circuit</i>
VoIP	Voz Sobre Protocolo Internet; <i>Voice over Internet Protocol</i>
VPN	Red Privada Virtual; <i>Virtual Private Network</i>
VSAT	Terminal de Apertura Muy Pequeña; <i>Very Small Aperture Terminal</i>
WAN	Red de Area Amplia; <i>Wide Area Network</i>
WLL	Abonado Local Inalámbrico; <i>Wireless Local Loop</i>