



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE UNA
RED MULTISERVICIOS DE UNA
DEPENDENCIA GUBERNAMENTAL DE SALUD
Y SERVICIOS SOCIALES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N:

**JESÚS CHÁVEZ VÁZQUEZ
ERNESTO MARTÍNEZ CUÉLLAR
ADOLFO ZAMEZA HERNÁNDEZ**

ASESOR DE TESIS:

M. I. LAURO SANTIAGO CRUZ



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.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México:

A la universidad y a nuestros maestros por permitirnos pasar esos momentos inolvidables en las aulas de clase, en los laboratorios, en los pasillos, en las jardineras, etc. que nos han forjado como personas responsables en la sociedad en la que vivimos, con las bases y la capacidad para los retos que nos presentan las labores diarias de nuestra profesión, por todo eso y más **GRACIAS UNAM.**

A nuestros padres:

Por apoyar este proyecto de vida, directa o indirectamente, por su cariño y por su comprensión que en algún momento fueron claves en la realización de este proyecto.

A nuestros hermanos:

Que han estado con nosotros en todo momento apoyando incondicionalmente.

Al M. I. Lauro:

Por la constancia en sus observaciones para que él presente trabajo lo termináramos de forma decorosa y por todo su apoyo le agradecemos su participación. **GRACIAS Maestro.**

A nuestros amigos:

Por estar presentes en momentos y lugares claves para llevar a cabo este proyecto.

A Expertos en Cómputo y Comunicaciones S. A. de C. V. (Grupo SICTEL):

Por su gran apoyo económico, logístico, informático e informativo para la realización de este trabajo de tesis

ÍNDICE

PRÓLOGO	i
INTRODUCCIÓN	ii
1. CONCEPTOS BÁSICOS	
1.1. Modulación de señales	1
1.2. Modulación por codificación de pulsos	4
1.2.1. Sistema PCM Europeo	5
1.2.2. Sistema PCM Americano	6
1.3. Transmisión digital de datos	7
1.3.1. Estándares PDH	7
1.4. Modelo de referencia OSI	8
1.4.1. Transmisión de datos en el modelo OSI	11
1.5. Redes de datos	12
1.6. Tipos de redes	12
1.6.1. Redes LAN	12
1.6.2. Redes MAN	13
1.6.3. Redes WAN	13
1.6.4. Principales tipos de topologías de red	13
1.7. Protocolos de red	17
1.8. Características de TCP/IP	19
1.9. Enrutamiento	20

1.9.1. Protocolos de vector distancia y de estado del enlace	21
1.10. Red Telefónica Pública	22
1.11. Frame Relay	23
1.11.1. Circuitos PVC's y SVC's	24
1.11.2. Estructura de la trama Frame Relay	25
1.11.3. Definición del tamaño de la célula	28
1.11.4. Servicios para usuarios de redes ATM	29
1.11.5. Asignación del ancho de banda	31
1.11.6. Calidad de servicio	32
1.11.7. Modelo de referencia ATM	32
1.12. Integración de Servicios	34
1.13. Características de la red multiservicio	35
1.13.1 Voz sobre IP	36
1.13.2 Videoconferencia	36
1.13.3. Video sobre demanda	37
1.13.4. Videoconferencia al escritorio	37
1.14. Normas internacionales	38
2. ANÁLISIS DE LA RED	
2.1. Características y estructura de la red actual	40
2.2. Red Metropolitana	41
2.3. Red Nacional	44
3. DISEÑO DE LA NUEVA RED	
3.1. Diferentes necesidades de interconexión	54
3.1.1. Red Metropolitana contra Red Nacional	55
3.1.2. Elección de la tecnología de transporte	56
3.1.3. Elección de tecnología en la red metropolitana	57
3.1.4. Análisis de costos entre enlaces	58
3.2. Elección de equipos terminales en la Red Metropolitana	71
3.2.1. Elección de tecnología de transporte para la Red Nacional	76

3.2.2. Consideraciones para la elección de equipos terminales IP	78
3.2.3. Equipos terminales IP	78
3.2.4. Telefonía IP-PBX	81
3.2.5. Configuración de los tipos de nodos de la Red Nacional	85

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA RED

4.1. Elaboración del plan de trabajo	87
4.2. Sistemas de microondas	89
4.2.1. Implementación de los enlaces de microondas	92
4.3. Backbone de ATM	93
4.4. Sistemas de telefonía IP	95
4.5. Validación por parte del cliente	105
4.6. Sistema de monitoreo	109
4.7. Estimación de recursos humanos	112
4.8. Estimación de recursos materiales	114
4.9. Estimación de los costos totales	116
4.10. Capacitación	116

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1. Resultados	119
5.2. Conclusiones	121

Bibliografía	124
---------------------	-----

Apéndices	126
------------------	-----

Apéndice A.- Especificaciones técnicas del Switch: Cisco IGX 8400 Series Switch	A-1
Apéndice B.- Especificaciones técnicas del Concentrador de Acceso Multiservicio: Cisco MC3810	B-1

Apéndice C.- Especificaciones técnicas del Modular Access Router: Cisco 1760	C-1
Apéndice D.- Especificaciones técnicas del Router: Cisco 3600 Series	D-1
Apéndice E.- Especificaciones técnicas del Radio digital: HARRIS Microstar M	E-1
Apéndice F.- Características: Sphere System	F-1
Apéndice G.- Características y facilidades: Spherical Manager Server	G-1
Apéndice H.- Descripción de: Spherical Manager	H-1
Apéndice I.- Características y Facilidades: PhoneHub	I-1
Apéndice J.- Características y Facilidades: COHUB	J-1
Apéndice K.-Teléfonos IP	K-1
Apéndice L.-Bioclima de la ciudad de México	L-1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Tipos de modulación por pulsos	2
Figura 1.2.	Estructura de time slot (canal), trama y multitrama	5
Figura 1.3.	Capas del modelo OSI	9
Figura 1.4.	Flujo de información en el modelo OSI	11
Figura 1.5.	Topología de Bus	14
Figura 1.6.	Topología de estrella	15
Figura 1.7.	Topología de estrella cableada	16
Figura 1.8.	Topología de árbol	16
Figura 1.9.	Modelo de Capas de TCP/IP	19
Figura 1.10.	Estructura de la trama Frame Relay	25
Figura 1.11.	El DLCI identifica el puerto destino del enlace	26
Figura 1.12.	Estructura básica de la célula ATM	29
Figura 1.13.	Servicios para usuarios en redes ATM	29
Figura 1.14.	Clases de servicio en redes ATM	31
Figura 1.15.	Ejemplos de asignación de anchos de banda en redes ATM	31
Figura 1.16.	Modelo conceptual de ATM	34

Figura 2.1.	Red de Telecomunicaciones de la DGSSS	42
Figura 2.2.	Parte de la red metropolitana de la DGSSS	46
Figura 2.3.	Complemento de la Red Metropolitana de la DGSSS	48
Figura 2.4.	Conexiones del nodo Aguascalientes de la DGSSS	52
Figura 3.1.	Comparativo de tecnologías de transporte	56
Figura 3.2.	Gráfica poligonal	60
Figura 3.3.	Perfil del enlace	64
Figura 3.4.	Multi-trayectoria de un sitio	65
Figura 3.5.	Desempeño de la antena	66
Figura 3.6.	Topología propuesta para la Red Metropolitana	73
Figura 4.1.	Esquema general de enlaces de microondas	90
Figura 4.2.	Backbone de ATM	94
Figura 4.3.	Esquema general voz sobre IP Sphere	96
Figura 4.4.	Comunicación IP Sphere con un conmutador de voz	97
Figura 4.5.	Integración de la red Frame Relay con la VPN	98
Figura 4.6.	Esquema de conectividad caso 1	99
Figura 4.7.	Esquema de conectividad caso 2	100
Figura 4.8.	Esquema de conectividad caso 3	102
Figura 4.9.	Esquema de conectividad caso 4	103
Figura 4.10.	Características principales de la herramienta de desempeño	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Velocidades de jerarquía PDH	8
Tabla 1.2.	Especificaciones de las topologías	17
Tabla 1.3.	Requerimientos de transmisión de algunas aplicaciones comunes	30
Tabla 2.1.	Relación de nodos e infraestructura en la Red Metropolitana	41
Tabla 2.2	Relación de nodos en la Red Nacional	50
Tabla 3.1.	Costos de arrendamiento de espectro radioeléctrico	59
Tabla 3.2.	Datos del terreno	61
Tabla 3.3.	Hoja de cálculos	67
Tabla 3.4.	Relación de infraestructura requerida	68
Tabla 3.5.	Comparativo de radios de microondas	69
Tabla 3.6.	Desglose de costo inicial de instalación de un enlace de microondas	69
Tabla 3.7.	Costos de operación de un enlace radioeléctrico en la banda de 23 GHz	70
Tabla 3.8.	Resumen de costos de operación de un enlace dedicado (arrendado) E3	71
Tabla 3.9.	Densidades de puertos requeridas en los conmutadores ATM	72
Tabla 3.10.	Comparativo de equipos ATM para el nodo central	74
Tabla 3.11.	Comparativo de equipos ATM para nodos remotos	75
Tabla 3.12.	Tipos de nodos propuestos para la Red Nacional	77
Tabla 3.13.	Resumen de costos de diferentes tipo de enlace para la Red Nacional	77
Tabla 3.14.	Costos de equipos enrutadores para la red de la DGSSS	79
Tabla 4.1.	Programa de actividades de implementación	89
Tabla 4.2.	Personal involucrado en el proyecto	114
Tabla 4.3.	Sueldos del personal involucrado en el proyecto	114
Tabla 4.4.	Costos de equipo Cisco	115

Tabla 4.5.	Costos de equipo Sphere	115
Tabla 4.6.	Costos de equipo Harris	115
Tabla 4.7.	Costos de equipo Marconi	116

PRÓLOGO

En esta tesis se presenta una estrategia aplicada a la modernización de una red existente, basada en tecnología Frame Relay, para solucionar una problemática común en las redes de comunicaciones, que es el agotamiento de recursos de procesamiento, ancho de banda y la obsolescencia de algún(os) de los equipos.

En el desarrollo de este documento se esbozan los conocimientos que se estima que el lector necesita saber para la comprensión de la mayoría de los conceptos que se plasman en él. Después, se analiza el funcionamiento y diseño de la red existente, para de esa forma implementar la solución más adecuada para la actualización a una red multiservicios. Se realiza un comparativo tecnológico y de equipamiento que formarán parte de la nueva red y se estiman los recursos materiales y humanos que se requieren para su implementación. Se sugiere un plan de trabajo para la instalación de los equipos de dicha red.

Para el desarrollo de este trabajo se definen las posibles etapas de implementación y sus características. Para dar un buen inicio de actividades, se proponen formatos de bitácoras, para la correcta documentación de los trabajos.

Por último, se realizará una evaluación del funcionamiento de la red instalada, posibles planes para solventar las contingencias que se llegasen a presentar, los sistemas de monitoreo necesarios para conocer el estado de operación de la red y la entrega y recepción de la red al usuario, con la documentación adecuada y un plan de capacitación para que obtenga el conocimiento para la administración de la nueva red.

En cuanto a los resultados esperados, se pretende mejorar el desempeño y la disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones que existen actualmente y de los que se implantarán, seguridad en el transporte de la información y calidad en el servicio ofrecido. Todo esto a un menor costo, obteniendo mayor beneficio del que actualmente se tiene. En la última parte de este trabajo de tesis, se incluye la bibliografía utilizada y los apéndices que consolidan la información presentada.

INTRODUCCIÓN

Existe en el país desde 1950 una Dependencia Gubernamental de Salud y Servicios Sociales (**DGSSS**). Cabe comentar que en el desarrollo de este trabajo de tesis se mencionará como la DGSSS.

Dentro de los principales objetivos que tiene es dotar de servicios de salud, administrar los sistemas de pensiones para jubilaciones, cesantía e incapacidad, mejorar la calidad de vida de los trabajadores, administración de tiendas de productos de primera necesidad y medicamentos a precios populares, servicios funerarios, administración y operación de centros de esparcimiento, parques e instalaciones dedicadas al desarrollo social.

La ampliación de la atención a la salud marcó un acelerado proceso de construcción, adquisición y adaptación de centros hospitalarios. De esta manera, la DGSSS tomaba las medidas necesarias para atender a casi medio millón de personas que entonces estaban bajo su protección.

En la actualidad la DGSSS protege alrededor de diez millones de habitantes del país, lo que significa que uno de cada diez mexicanos es atendido por la DGSSS. Para llevar a cabo esta actividad, la atención médica se encuentra organizada en tres niveles. El primero comprende consulta externa y atención a los programas de medicina preventiva, en las más de mil unidades de medicina familiar distribuidas en toda la República. El segundo nivel imparte medicina de especialidad en sus modalidades de consulta externa y hospitalización, a través de las más de ochenta clínicas-hospitales. El tercer nivel de atención médica lo forman los once hospitales regionales que proporcionan servicios médicos de alta especialización.

En el ramo de las prestaciones económicas se otorgan créditos a corto y mediano plazo y el pago de pensiones. Además se da asesoramiento en los trámites relativos al Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR). El Fondo de Operaciones y Financiamiento a la vivienda otorga anualmente cuarenta mil créditos hipotecarios a los trabajadores.

Por otra parte, la prestación de los servicios sociales y culturales incluye la atención a los hijos de los trabajadores, la recreación, la cultura, la práctica deportiva y los servicios funerarios. Las estancias de Bienestar y Desarrollo Infantil proporcionan

educación integral a treinta mil niños en las 1154 unidades de servicio distribuidas en el territorio nacional.

La DGSSS opera un sistema de tiendas y farmacias. Cuenta con 389 unidades comerciales distribuidas en todo el territorio nacional. De ellas, 264 son tiendas y 125 farmacias, a las cuales se suman los 103 módulos de farmacia que operan en el interior de igual número de tiendas. Se estima en 130 millones el número de clientes atendidos a través del sistema comercial de la DGSSS desde su creación.

La DGSSS opera 73 centros sociales y dos teatros, 61 bibliotecas públicas abiertas a toda la comunidad, un hotel, un balneario, un centro de convivencia para pensionados y jubilados, 38 agencias turísticas y 6 velatorios, 3 centros de incineración y un panteón para la atención de servicios funerarios.

En cuanto a prestaciones económicas, a través de 35 Delegaciones Estatales y Regionales, la DGSSS otorga pensiones, indemnizaciones globales y gastos de funeral, además de otorgar préstamos a corto, mediano plazo y complementarios. También por medio de una unidad especializada, la DGSSS otorga financiamiento a los trabajadores para la adquisición, construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de su vivienda.

En la actualidad el personal de la DGSSS suma cerca de 62,787 en todo el país. Comprende 16,044 médicos, 18,239 enfermeras, 4,718 paramédicos, 10,903 administrativos y 12,883 empleados en servicios generales.

Todo esto conlleva a una estructura administrativa y operativa que requiere un grado muy alto de automatización en sus procesos administrativos y de control de los recursos para poder ofrecer un servicio de calidad a la clase trabajadora del país. A partir de esta automatización de la estructura administrativa, surge la necesidad de operar también una red de telecomunicaciones, que permita que las diferentes áreas (médicas, operativas, administrativas y de servicios) intercambien de una manera eficiente la información necesaria para la toma de decisiones de manera rápida y precisa, y que también le permita economizar y optimizar costos al máximo para evitar distraer recursos monetarios, que debieran ser utilizados para conseguir el objetivo común para el cual dichas instituciones fueron creadas.

En 1999 surge la red nacional de voz y datos como resultado de la necesidad creciente de intercambio de información y comunicación. Esta red enlazó a nivel nacional a las 35 delegaciones regionales existentes, se logró mejorar la red de teleproceso tradicional para convertirla en una red nacional de telecomunicaciones con seis nodos principales distribuidos en todo el territorio nacional.

Dada la situación de la DGSSS y en general de la crisis del sistema de seguridad social del país, resulta crucial la correcta elección de tecnologías que permitan utilizar al máximo los sistemas de cómputo y de comunicaciones existentes, dotándoles de nuevas facilidades y de mayor capacidad de crecimiento para integrar a las diferentes entidades operativas de estas instituciones a una única red homogénea de telecomunicaciones, que permita al máximo la automatización de los procesos

productivos a fin de disminuir el tiempo y los recursos humanos que se requieren para la prestación de sus servicios, liberando recursos humanos y monetarios para la labor realmente productiva de las entidades administrativas, que es el control y administración eficiente de los recursos para la mejor atención posible hacia los derechohabientes de esta institución.

Las telecomunicaciones constituyen un factor estratégico para el desarrollo, coadyuvan a la transferencia de información en tiempo real para la toma de decisiones, representa ahorros considerables en cuanto a viáticos y traslados del personal para procesar la información y el aumento en productividad que representa la eliminación de tiempos muertos derivados del traslado de dicha información.

En el caso del presente trabajo de tesis, la red de telecomunicaciones requiere ser utilizada para que la información de los expedientes electrónicos generados en las Clínicas puedan ser consultados inmediatamente en los hospitales generales o regionales, cuando reciban un paciente remitido por esta clínica o si ingresara por el servicio de urgencias, conociendo así su historia clínica, padecimientos, alergias y tratamientos recibidos con anterioridad. De esta forma, se hará más eficaz y eficiente su atención hospitalaria.

Otras áreas en donde se requiere implementar la tecnología son: la programación de cita Médica por teléfono o Internet; emisión de licencias médicas en los consultorios; mejoramiento del control y abasto de medicamentos y materiales de curación, y en el funcionamiento de estrategias de atención al derechohabiente.

También se ha observado que uno de los gastos más importantes que se presenta en la operación de algunas entidades de la DGSSS, que no forman parte de la red de telecomunicaciones, son los que se presentan en el pago de servicios de telefonía, ya sea de larga distancia o local, así como el acceso a Internet. Esto origina la necesidad de integrarlos a la red de telecomunicaciones, ya que la gran parte de estos servicios se utilizan para comunicarse a las diferentes oficinas, de las cuales, estas entidades dependen.

Debido a la complejidad de las situaciones presentadas por la problemática individual de cada una de las unidades que componen la DGSSS, se optará por dividir las soluciones en dos tipos, uno para las unidades del área metropolitana de la ciudad de México (Red Metropolitana) y, por otra parte, las unidades que están dispersas por el territorio nacional (Red Nacional). Esto se decidió debido a que la mayoría de las dependencias del área metropolitana tienen entre 500 y 2000 usuarios y en las entidades federativas del país se tiene un promedio de entre 50 a 250 usuarios por unidad. También la distancia entre los edificios que albergan las unidades en la ciudad de México, en comparación a los edificios de las entidades estatales, abren el abanico de soluciones que en este momento se pueden aplicar a cada uno de ellos.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se evaluarán por separado las diferentes alternativas para cada uno de estos casos y se analizarán también diseños de solución que permitan presentar al usuario final una red de telecomunicaciones

homogénea, en cuanto al nivel de servicio, ya sea en el área metropolitana o en el interior de la República.

Hablando de la solución, el presente trabajo de tesis solo hará referencia al 35% de los sitios que se adicionarán a la red privada de voz y datos. Esto permitirá simplificar el análisis de las soluciones y a su vez dará oportunidad de evaluar con menor riesgo y con más detalle el éxito o fracaso del diseño aplicado a esta modernización. Así esta solución se podrá expandir al resto de las diferentes entidades que requieran ser interconectadas a esta red.

Finalmente los resultados esperados son los siguientes:

- Conectividad de voz y datos entre todos los nodos de la red.
- Capacidad de ofrecer servicios avanzados de telefonía a un costo bajo, mediante una red privada que ofrezca a los usuarios de la DGSSS los mismos servicios que ofrece la red pública conmutada de telefonía.
- Capacidad de transportar servicios básicos de videoconferencia punto a punto.
- Seguridad en el transporte de información y calidad del servicio ofrecido.
- Mejorar el desempeño y la disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones que existen actualmente y de los nuevos que se implantarán.
- Manejo eficaz y eficiente de los cambios, ampliaciones e interconexión de nuevos inmuebles de la red existente, respetando el estándar en cuanto a infraestructura de cómputo y transmisión de voz y datos.
- La optimización de los costos de operación.
- Solucionar las contingencias que se presenten en las vías de acceso y comunicación dentro de la red Wan.

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS BÁSICOS

En este capítulo se presentan un conjunto de conceptos que permitirán tener una mejor comprensión general de cada uno de los apartados que se manejan a lo largo del desarrollo del presente trabajo de tesis. Se mencionará la modulación de señales, la transmisión digital de datos, tipos de redes, enrutamiento, Frame Relay y ATM entre otros conceptos.

1.1. Modulación de señales

Desde sus inicios, el mayor peso en el desarrollo de las redes de comunicación estuvo dirigido hacia la transmisión de información en forma analógica. Con el paso del tiempo y a medida que la tecnología avanza, se ha demostrado que la transmisión de información en forma digital es más eficiente y fácil de manejar. Sin embargo, los fenómenos en la naturaleza se manifiestan de forma analógica. Transmitir datos por medio de técnicas digitales ofrece grandes ventajas sobre el proceso analógico: alta inmunidad al ruido, excelente detección de errores y posibilidad de corrección, compatibilidad con técnicas de multiplexaje TDM (Time Division Multiplexing, Multiplexaje por División de Tiempo) y uso de circuitos para el procesamiento digital de señales.

Dentro de las técnicas empleadas para la conversión de señales analógicas en digitales se encuentra, como parte importante del proceso, la modulación de señales. La modulación puede ser analógica o digital, y en el caso de esta última se presenta en particular la modulación por pulsos.

Hay tres formas básicas de modulación por pulsos: PAM (Pulse Amplitude Modulation, Modulación por Amplitud de Pulso), PWM (Pulse Width Modulation, Modulación por Ancho de Pulso) y PPM (Pulse Position Modulation, Modulación por Posición de Pulso). La figura 1.1 muestra una señal analógica moduladora y las varias formas de onda producidas por moduladores PAM, PWM y PPM. Los puntos de muestreo se muestran en forma de onda analógica. El tiempo de muestreo, t , es constante y sujeto al teorema de Nyquist que se describirá más adelante. La señal PAM, es una serie de pulsos de ancho constante cuyas amplitudes varían de acuerdo con la señal analógica. Los pulsos por lo general son muy angostos en comparación con el periodo de muestreo, es decir, que el ciclo de trabajo es bajo. La señal PWM es binaria en amplitud (tiene sólo dos niveles). El ancho o duración de los pulsos varía con base en la amplitud de la señal analógica: en voltajes analógicos bajos, los pulsos son angostos; en amplitudes mayores, los pulsos se tornan más anchos. En PPM, los pulsos cambian de posición según la amplitud de la señal analógica. Los pulsos son muy angostos. Estas señales de pulsos pueden transmitirse en forma de banda base, pero en la mayoría de las aplicaciones modulan una portadora de radio de alta frecuencia, ponen la portadora en encendido y apagado según su forma.

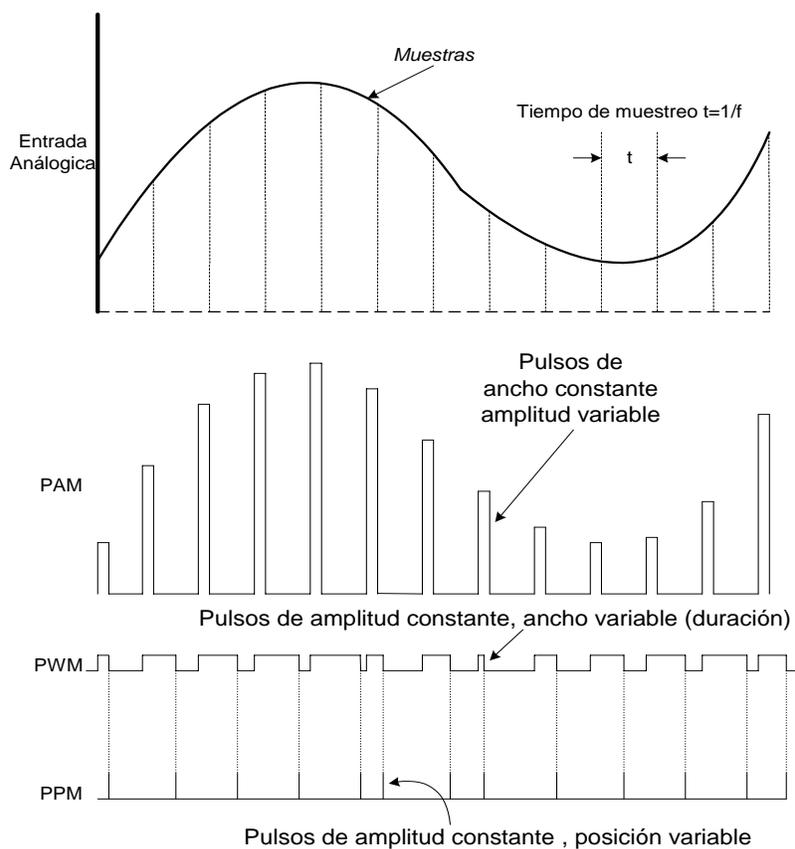


Figura 1.1. Tipos de modulación por pulsos.

Hoy día, las técnicas de modulación mencionadas anteriormente han sido superadas casi en su totalidad por la modulación PCM (Pulse Code Modulation, Modulación por Codificación de Pulsos), más sofisticada y efectiva. Los pasos necesarios para transformar la señal analógica en digital utilizando este método son:

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

Muestreo

El muestreo consiste en tomar suficientes lecturas o “muestras” de la señal. Para determinar la velocidad de muestreo se hace uso del teorema de Nyquist, el cual establece que muestras tomadas en intervalos regulares pueden ser usadas para transmitir una señal analógica. Este teorema, expresado en términos de frecuencia, establece que “la frecuencia de muestreo (f_s) debe ser mayor o igual al doble de la frecuencia máxima de la señal muestreada”.

Esto es: $f_s = 2f$ (1.1)

Por lo tanto, para el ancho de banda de un canal telefónico de 300 a 3400 Hz, y considerando un ancho de banda total de 4000 Hz, con un margen de seguridad, la frecuencia de muestreo será:

$$s.f. = 2 (4000 \text{ Hz}) = 8000 \text{ Hz} = 8 \text{ kHz} \quad (1.2)$$

Cuantificación

En el caso de la cuantificación, ésta representa los niveles de amplitud de una muestra y se divide en intervalos. A todas las muestras que caen dentro de un intervalo se les dan el mismo valor, esto se conoce como cuantificación de la muestra. Para poder usar la transmisión digital, cada valor de la muestra tendrá que ser representada por un nivel. Dado que el número de valores es limitado, los niveles de la amplitud serán redondeados al valor más cercano con respecto al nivel de cuantificación correspondiente.

El número de niveles de cuantificación, M , está estrechamente relacionado con el número de bits, n , que son necesarios para representar adecuadamente una señal. Por ejemplo, si se usan 8 bits para representar cada muestra, se tendrán:

$$M = 2^8 = 256 \text{ niveles} \quad (1.3)$$

Hay 2 métodos principales para la cuantificación de una señal: lineal y no lineal. En el método de cuantificación lineal, el rango total de valores de voltaje que pueden ser manejados es subdividido en un número de subrangos de voltaje iguales. Cada subrango corresponde a una combinación y proporciona un valor. En ese momento, cualquier voltaje situado entre los límites bajo y alto de un subrango es asociado con el mismo valor.

En el momento de proporcionar un valor, un nivel es representado por un voltaje correspondiente a la mitad del subrango (nivel de cuantificación o quantum), el resultado es, que cierta cantidad de ruido es adicionado a la señal original, esto es llamado ruido de cuantificación.

El ruido de cuantificación es de hecho, la diferencia entre la señal cuantificada y la señal original. Este ruido, en el caso de la cuantificación lineal, tiene un cierto nivel, dependiendo de los subrangos. Como un resultado de esto, se tiene el mismo nivel de ruido insertado tanto para los pequeños valores como para altos valores de entrada. Esto significa que el ruido para señales de valores pequeños tendrá relativamente mucho más importancia que el ruido para las señales de valores altos. Esto implica que la razón señal a ruido será peor para las señales pequeñas.

La cuantificación lineal de señales resulta en una mala relación “señal a ruido”, es por ello que para obtener una relación “señal a ruido” de un valor constante, para cualquier nivel de la señal, se utiliza la cuantificación no lineal. En ésta los niveles de cuantificación tienen que ser seleccionados de un modo logarítmico. Existen 2 estándares o leyes para la cuantificación no lineal:

- Ley “A”: sistema estandarizado por la CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications, Conferencia Europea de Administración Postal y Telecomunicaciones) y la UIT-T (Union Internationale Des Télécommunications, Unión Internacional de Telefonía y Telecomunicaciones) usado en Europa.
- Ley “ μ ”: sistema estandarizado por la North American Bell y la UIT-T.

Codificación

Una vez que la señal ha sido cuantificada, ésta debe ser codificada. Existen muchos códigos diferentes, pero los códigos más usados son:

- Código natural
- Código simétrico

Usando el código natural, el código de señal más bajo (valor más negativo) corresponderá al código con el peso menor (0000000). De acuerdo al nivel de señal más alto (nivel más positivo) corresponderá al código con peso más alto (1111111).

En el código simétrico, los 8 bits están divididos en 2 partes: 1 bit de signo y 7 bits de magnitud. El primer bit (bit de signo) corresponde al signo de la señal. Cuando el bit de signo es 1, se tiene un valor positivo, cuando el bit de signo es 0, se tiene un valor negativo. La distinción entre ambas señales es hecha por medio del bit de signo.

1.2. Modulación por codificación de pulsos

Durante el desarrollo de los sistemas por Modulación por Codificación de Pulsos, se crearon y normalizaron dos versiones de estos sistemas:

- Sistema PCM Europeo
- Sistema PCM Americano

Estos sistemas tienen la facilidad de poder manejar conversaciones simultáneamente y multiplexarlas en el tiempo. A esto se le conoce como multiplexaje TDM.

En Europa ha sido estandarizado y aceptado por la UIT-T, un sistema TDM de 32 canales, al que se le denomina un PCM de 1er orden (E1).

1.2.1. Sistema PCM Europeo

En la figura 1.2 se muestra la estructura del **time slot**, la trama y la multitrama. Un ciclo completo de TDM está compuesto por una multitrama y tiene un periodo de 2 ms. La multitrama se forma por un conjunto de 16 tramas, numeradas de la 0 a la 15; a su vez, cada una de las tramas está compuesta por 32 **time slots** y cada **time slot** tiene 8 bits. Dentro de la trama, además de la información de voz/datos (**time slots** 1-15 y 17-31), se inserta información de sincronización (**time slot** 0), alarmas (**time slot** 0 de las tramas pares), señalización (**time slot** 16) y palabras de alineamiento (**time slot** 16 de la trama 0 en la multitrama) tanto de trama como de la multitrama. Cada trama tiene 256 bits.

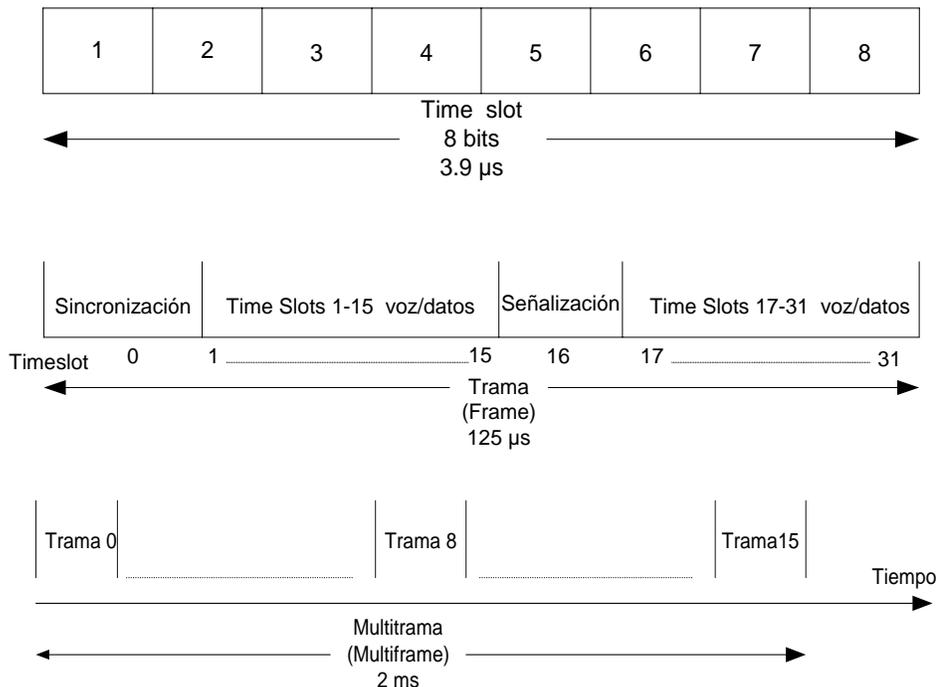


Figura 1.2. Estructura de time slot (canal), trama y multitrama.

La duración del **time slot** es de $125\mu\text{s}/32 = 3.906 \mu\text{s}$. La velocidad de transmisión (bit rate) de la cadena del PCM es de 256 bits en 125 µs, lo cual corresponde a 2.048 Mbps (Mega bits por segundo).

En la estructura de la trama, la asignación de los canales es de la siguiente manera:

- Canal 0: Sincronización de la trama (alineación)
- Canal 16: Señalización.
- Canal 1-15 y 17-31: Voz/Datos.

De un total de 32 **time slots**, únicamente 30 pueden ser utilizados para el envío de información (voz, datos, video, etc.). Esta es la razón por la que esta estructura es algunas veces llamada estructura de la trama de 30 canales (**time slots**).

Cada canal usado para señales de voz/datos contiene 8 bits, de los cuales el primero se utiliza como bit de signo y los otros siete son bits de magnitud, codificados de acuerdo a la ley "A". Las características básicas de un PCM están dadas por los siguientes parámetros:

- Frecuencia de muestreo de 8 kHz.
- Duración del espacio de tiempo (**time slot**) 3.9 μ s.
- Anchura del bit de 0.488 μ s.
- Velocidad de transferencia binaria de 2.048 Mbps.
- Periodo de la trama 125 μ s.
- Número de bits por **time slot** 8.
- Número de tramas por multitrama de 16.
- Período de multitrama de 2 ms.
- Señal de alineamiento de trama en tramas pares.
- Señal de alineamiento de multitrama en **time slot** 16.
- Palabra de alineamiento de trama fija a 10011011.
- Palabra de alineamiento de multitrama es 00001011.

1.2.2. Sistema PCM Americano

En el caso del sistema PCM Americano, la cadena de bits consiste de tramas que contienen 193 bits, donde 1 bit es usado para alineación y 192 son usados por los 24 canales de 8 bits cada uno. Tenemos por tanto $24 * 8 + 1 = 193$ bits/trama, así que con 8000 tramas/segundo la velocidad es de 1,544 kbits/s. Una llamada puede ser asignada a un cierto número de **time slots**. Así que cada abonado podrá enviar 8 bits en cada trama, esto es cada 125 μ s. La duración máxima de una trama (193 bits) es de 125 μ seg. La duración de un bit es de $125\mu\text{seg}/193 = 648\text{ns}$. La duración de 1 **time slot** es de $8 * 648 \text{ ns} = 5.18 \mu\text{seg}$.

Los 24 **time slots** son usados tanto para voz como para señalización. La alineación es hecha por 1 bit que es asociado a estos 24 canales. Cada canal tiene 8 bits de los cuales el primero es un bit de signo y los otros 7 son bits de magnitud, codificados de acuerdo a la ley "μ".

1.3. Transmisión digital de datos

A principios de la década de los 70's empezaron a instalarse los primeros sistemas de transmisión digital, utilizando para ello PCM. Este método permitió representar de forma binaria señales analógicas, como la voz humana, y se pudo representar una señal telefónica analógica estándar de 4kHz como una corriente de bits digitales a 64 kbit/s. Mediante PCM se produjeron sistemas de transmisión más efectivos, combinando varios canales PCM, transmitiéndolos en el mismo cable que antes sólo ocupaba una única señal analógica. Por asignación de intervalos de tiempo a cada canal, se adoptó un esquema estándar de multiplexado. En Europa se adoptó la combinación de 30 canales de 64 kbit/s, con 2 canales de control de la información, dando una capacidad total de transmisión de $32 \times 64 = 2048$ kbit/s (2 Mbit/s).

Conforme se va incrementando la demanda de telefonía y creciendo los niveles de tráfico, la señal estándar de 2Mbit/s fue insuficiente para soportar la carga de las redes. Con el fin de evitar la utilización de un aumento del número de líneas de 2Mbit/s, se creó un nivel de multiplexado con mayor capacidad. El estándar adoptado en Europa y México fue la combinación de cuatro canales de 2 Mbit/s para obtener un único canal de 8 Mbit/s.

A medida que fueron creciendo las necesidades, se incorporaron nuevos niveles de multiplexado, dando lugar a una jerarquía completa de velocidades de transmisión.

La jerarquía de multiplexado presenta la característica de que los canales multiplexados pueden ser generados por diferentes equipos, cada uno con una ligera diferencia de sincronización. Así, antes de multiplexar los canales de 2Mbit/s, se tiene que añadir información con el fin de sincronizarlos. Esta información, en forma de bits, son los llamados "**bits de justificación**". Estos bits de justificación son reconocidos en el proceso de demultiplexado y son eliminados, dejando la señal original. Este proceso es conocido como una operación plesiócrona "casi síncrona".

El mismo problema de sincronización aparece a cada nivel de la jerarquía de multiplexado, de tal manera que se tienen que añadir bits de justificación en cada etapa de multiplexado. La utilización de la operación plesiócrona a lo largo de toda la jerarquía ha originado el término **PDH** (Plesiochronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Plesiócrona).

1.3.1. Estándares PDH

Los estándares son necesarios para poder interconectar equipos de diferentes fabricantes. Los más importantes son el CEPT, que se utiliza principalmente en Europa y que también es el usado en México, y el DS (Digital Signal, Señal Digital) que se utiliza principalmente en E.U.A. y en algunos países del extremo oriente.

Centrándose en los estándares europeos, la primera jerarquía de CEPT/E es el E1 y está compuesta por 32 canales haciendo un total de $32 * 64 = 2048$ kbit/s (2 Mbps). Dos de estos canales no se utilizan para transmitir datos, sino para sincronización y señalización. Las siguientes jerarquías son E2, E3, y E4. La jerarquía E2 es el multiplexado de 4 sistemas E1; E3 de 16 sistemas E1, y E4 de 4 sistemas E3. Las capacidades de cada una se muestran en la tabla 1.1.

Velocidades de Jerarquía PDH (Europea)		
Orden	Velocidad	Capacidad de Canales
Primer orden	2048 kbit/s (2Mbit/s)	30
Segundo orden	8448 kbit/s (8 Mbit/s)	120
Tercer orden	34,368 kbit/s (34 Mbit/s)	480
Cuarto orden	139,264 kbit/s (140 Mbit/s)	1920

Tabla 1.1. Velocidades de jerarquía PDH.

La UIT-T define en sus recomendaciones, especialmente en la de la serie G, los principios rectores y los requisitos detallados para la transmisión en el servicio internacional de telecomunicaciones.

Las recomendaciones de la serie G, sistemas y medios de transmisión se dividen en los siguientes bloques:

- Conexiones y circuitos telefónicos internacionales, de la recomendación G.100 a la G.199.
- Sistemas internacionales analógicos de portadoras, de la recomendación G.200 a la G.499.
- Características de los medios de transmisión, de la recomendación G.600 a la G.699.
- Sistemas de transmisión digital, de la recomendación G.700 a la G.799.
- Equipos terminales, de la recomendación G.700 a la G.799.
- Redes digitales, de la recomendación G.800 a la G.899.
- Secciones digitales y sistemas digitales de línea, de la recomendación G.900 a la G.999.

1.4. Modelo de referencia OSI

Para poder simplificar el estudio y la implementación de las arquitecturas necesarias, la ISO (International Standard Organization, Organización Internacional de Estándares) creó el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos) para lograr una estandarización internacional de los protocolos. Este modelo se ocupa de la interconexión de dichos sistemas a la comunicación y está dividido en 7 capas, entendiéndose por "capa" una entidad que realiza por sí sola una función específica.

Los principios que se aplicaron para su división en capas son:

- Se debe crear una capa siempre que se necesite un nivel diferente de abstracción.
- Cada capa debe realizar una función bien definida.
- La función de cada capa se debe elegir pensando en la definición de protocolos estandarizados internacionalmente.
- Los límites de las capas deben elegirse a modo de minimizar el flujo de información a través de las interfaces.
- La cantidad de capas deben ser suficientes para no tener que agrupar funciones distintas en la misma capa y lo bastante pequeña para que la arquitectura no se vuelva inmanejable.

En la figura 1.3 se muestra un esquema del modelo de referencia OSI con sus 7 capas.

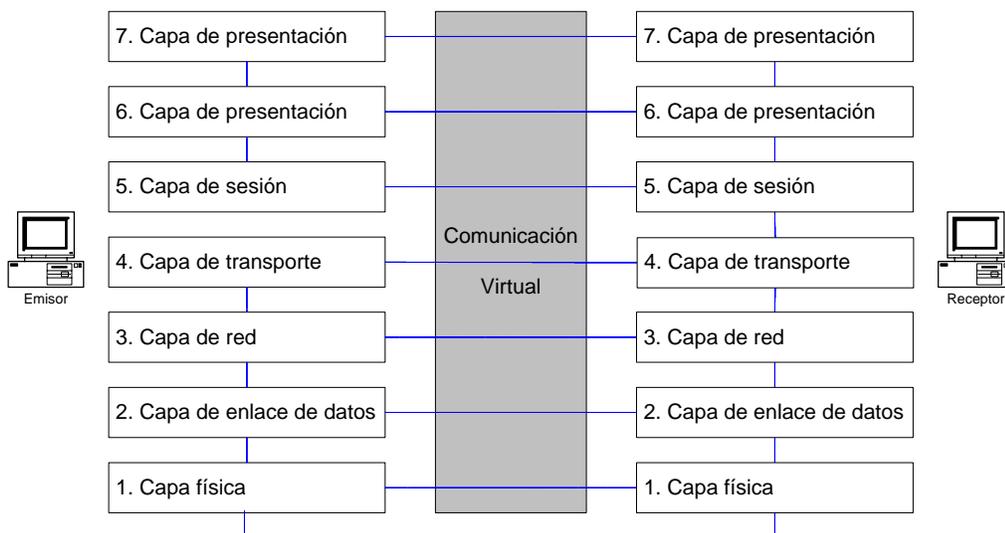


Figura 1.3. Capas del modelo OSI.

Las características principales de cada una de las capas del modelo OSI son:

Capa física. Se encarga de la transmisión de bits a lo largo de un canal de comunicación. Debe asegurarse en esta capa que si se envía un bit por el canal, se debe recibir el mismo bit en el destino. Es aquí donde se debe decidir con cuántos volts se representará un bit con valor 1 ó 0, cuánto dura un bit, la forma de establecer la conexión inicial y cómo interrumpirla. Se consideran los aspectos mecánicos, eléctricos y del medio de transmisión física.

Capa de enlace de datos. La tarea primordial de esta capa es la de corrección de errores. Hace que el emisor agrupe los datos en tramas, los transmita en forma secuencial y procese las tramas de asentimiento devueltas por el receptor. Es esta capa la que debe reconocer los límites de las tramas. Si la trama es modificada por una ráfaga de ruido, el

software de la capa de enlace de la máquina emisora debe hacer una retransmisión de la trama. Es también en esta capa donde se debe evitar que un transmisor muy rápido sature con datos a un receptor lento.

Capa de red. Se ocupa del control de la operación dentro de la red. Debe determinar cómo encaminar los paquetes del origen al destino, pudiendo tomar distintas soluciones. El control de la congestión es también problema de este nivel, así como la responsabilidad para resolver problemas de interconexión de redes heterogéneas (con protocolos diferentes, etc.).

Capa de transporte. Su función principal consiste en aceptar los datos de la capa de sesión, dividirlos en unidades más pequeñas, pasarlos a la capa de red y asegurar que todos ellos lleguen correctamente al otro extremo de la manera más eficiente. La capa de transporte se necesita para hacer el trabajo de multiplexación transparente al nivel de sesión. A diferencia de las capas anteriores, esta capa es de tipo origen-destino, es decir, un programa en la máquina origen lleva una conversación con un programa parecido que se encuentra en la máquina destino, utilizando las cabeceras de los mensajes y los mensajes de control.

Capa de sesión. Permite que los usuarios de diferentes máquinas puedan establecer sesiones entre ellos. Una sesión podría permitir al usuario acceder a un sistema de tiempo compartido a distancia, o transferir un archivo entre dos máquinas. En este nivel se gestiona el control del diálogo. Además esta capa se encarga de la administración del testigo y la sincronización entre el origen y destino de los datos.

Capa de presentación. Se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite y no del movimiento fiable de bits de un lugar a otro. Es tarea de este nivel la codificación de datos conforme a lo acordado previamente, para posibilitar la comunicación de ordenadores con diferentes representaciones de datos. También se puede dar aquí la comprensión de datos.

Capa de aplicación. Es donde se puede definir una Terminal virtual de red abstracto, con el que los editores y otros programas pueden ser escritos para trabajar con él. Así, esta capa proporciona acceso al entorno OSI para los usuarios y también proporciona servicios de información distribuida.

Ventajas de la división en siete capas:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- Normaliza los componentes de red para permitir el desarrollo y el soporte de los productos de diferentes fabricantes.
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí de una forma totalmente definida.
- Impide que los cambios en una capa puedan afectar las demás capas, de manera que se puedan desarrollar con más rapidez.

1.4.1. Transmisión de datos en el modelo OSI

Las 7 capas del modelo OSI pueden ser divididas en 2 categorías: de aplicación y de transporte de datos. Las primeras usualmente son implementadas únicamente como software, mientras que las segundas usualmente cuentan con implementaciones en hardware y software. Las primeras 3 capas, aplicación, presentación y sesión, usualmente están implementadas en software e interactúan de alguna forma con el usuario.

Las capas de transporte y red no interactúan directamente con el usuario y únicamente se encargan de preparar la información para las siguientes dos capas.

Como se observa en la figura 1.4, cuando el proceso emisor desea enviar datos al proceso receptor, entrega los datos a la capa de aplicación, en donde se agrega el encabezado de aplicación a los datos que se entregan a la capa de presentación y de esta manera hasta llegar a la capa física.

Luego de la transmisión física el proceso receptor se encarga de ir eliminando los encabezados según las capas que vaya recorriendo la información hasta llegar al proceso receptor.

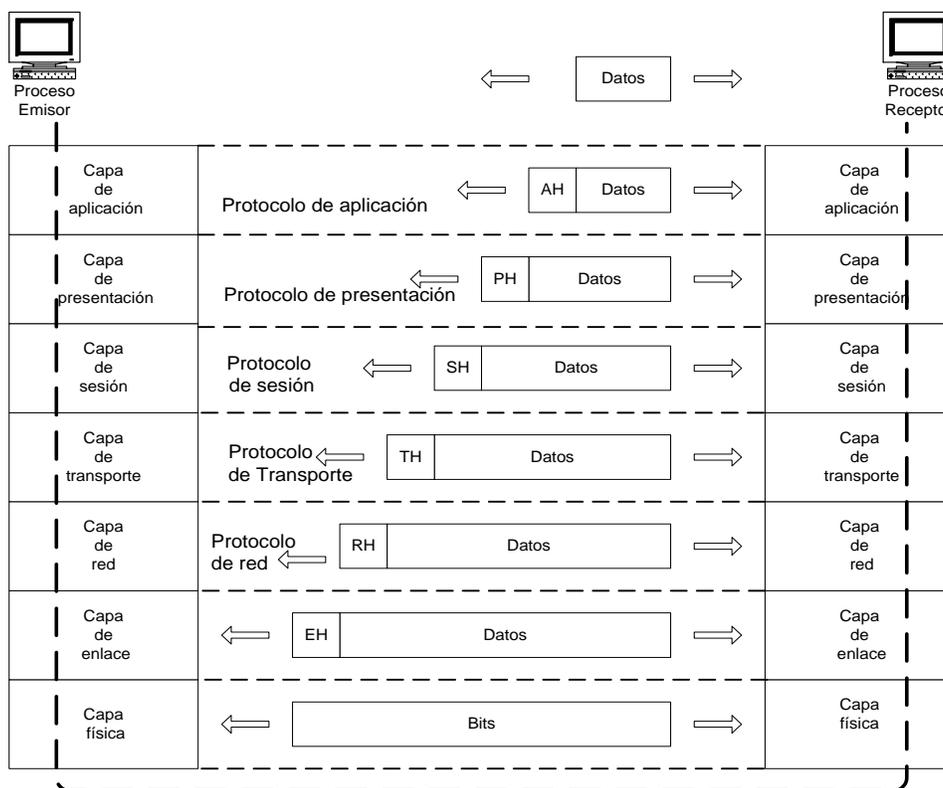


Figura 1.4. Flujo de información en el modelo OSI.

La idea clave en todo este proceso es que aunque la transmisión real de los datos es vertical, cada capa se programa como si fuera horizontal.

1.5. Redes de datos

El cómputo electrónico nació con las primeras computadoras en la década de los 40's, con los tubos de vacío y tableros de control que corresponden a la primera generación, la segunda generación con los transistores, la tercera generación con circuitos integrados y la cuarta generación con circuitos integrados pero de menor tamaño que permitieron el uso de computadoras personales y el desarrollo de las redes de datos.

Una red de datos se define como un conjunto de equipos conectados entre sí, con la finalidad de compartir información y recursos de un sistema de comunicaciones entre computadoras, incorporando varios dispositivos para permitir que uno de ellos se comunique con otro a través de un medio físico.

Los objetivos principales de una red son:

- Compartir los recursos, haciendo que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario.
- Proporcionar una alta fiabilidad al contar con fuentes alternativas de suministro.
- El ahorro económico. Las computadoras pequeñas (de escritorio) tienen una mejor relación costo/rendimiento comparada con la ofrecida por las máquinas grandes (mainframes).
- Comunicación entre personas que se encuentran muy alejadas entre sí.

1.6. Tipos de redes

Como se ha visto el propósito de las redes de equipos es compartir información. La capacidad de compartir información de forma eficiente es lo que le da a las redes de equipos su potencia y atractivo.

Según el lugar y el espacio que ocupen, las redes se pueden clasificar en los siguientes tipos principalmente:

- Redes LAN (Local Area Network, Redes de Área Local)
- Redes MAN (Metropolitan Area Network, Redes de Área Metropolitana)
- Redes WAN (Wide Area Network, Redes de Área Amplia)

1.6.1. Redes LAN

Las redes LAN se expanden en un área geográfica relativamente pequeña. Éstas se encuentran comúnmente dentro de un edificio o un conjunto de edificios que estén contiguos. Así mismo, una LAN puede estar conectada con otras LAN's a través de un medio físico, como cable, fibra óptica o microondas.

Pueden ser desde 2 computadoras hasta cientos de ellas. Todas se conectan entre sí por varios medios y a la computadora(s) que se encarga de llevar el control de la red se le conoce como "servidor", y a las computadoras que dependen del servidor se les llama "nodos" o "estaciones de trabajo".

Los nodos de una red pueden ser PC's que cuentan con su propio CPU, disco duro y software, y tienen la capacidad de conectarse a la red en un momento dado, o pueden ser PC's sin CPU o disco duro, que son llamadas "terminales tontas", las cuales tienen que estar conectadas a la red para su funcionamiento.

1.6.2. Redes MAN

Las redes MAN son redes de computadoras de tamaño superior a una LAN, soliendo abarcar el tamaño de una ciudad. Estas redes son típicas de empresas y organizaciones que poseen distintas oficinas repartidas en una misma área metropolitana, por lo que su tamaño máximo comprende un área de 10 kilómetros aproximadamente.

1.6.3. Redes WAN

Las redes WAN tienen un tamaño superior a una LAN y una MAN, y consiste en una colección de *hosts* o de redes LAN conectadas por una subred.

Esta subred está formada por una serie de líneas de transmisión interconectadas por medio de ruteadores, aparatos de red encargados de dirigir los paquetes hacia la LAN o *host* adecuado, enviándose éstos de un ruteador a otro. Su tamaño puede oscilar entre 100 y 1000 kilómetros.

1.6.4. Principales tipos de topologías de red

La arquitectura de una red define la estructura del sistema de cableado y de estaciones de trabajo conectadas a éste, además de las reglas que se usan para la transferencia de señales de una computadora a otra. La estructura física del sistema de cableado se llama **topología**.

La topología de una red es la descripción de cómo va el cable de un nodo a otro, una red tiene dos diferentes topologías, física y lógica.

- Física: la disposición de cómo están conectados los nodos unos con otros.
- Lógica: es el método utilizado para la comunicación entre los nodos, la ruta de los datos dentro de la red.

Las topologías de red más comunes son:

- Topología lineal (Bus).
- Topología de estrella (Star).

- Topología de Estrella cableada (Star Wired Ring).
- Topología de Árbol (Tree).

La topología de bus consiste en un cable con un terminador en cada extremo del que se "cuelgan" todos los elementos de una red.

Todos los nodos de la red están unidos a este cable. Este cable recibe el nombre de "Backbone Cable". Tanto Ethernet como LocalTalk pueden utilizar esta topología. La figura 1.5 muestra las características.

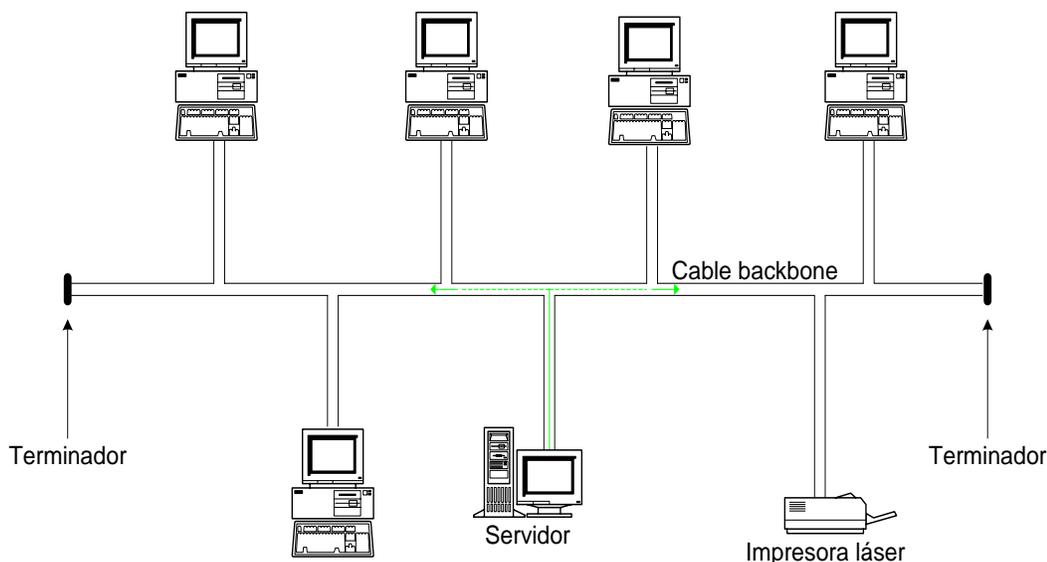


Figura 1.5. Topología de Bus.

Ventajas de la topología de Bus:

- Es fácil conectar nuevos nodos a la red.
- Requiere menos cable que una topología estrella.

Desventajas de la topología de Bus:

- Toda la red se caería si hubiera una ruptura en el cable principal.
- Se requieren terminadores.
- Es difícil detectar el origen de un problema cuando toda la red "cae".
- No se debe utilizar como única solución en un gran edificio.

En una topología estrella todos y cada uno de los nodos de la red se conectan a un concentrador o hub. Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el concentrador. Este realiza el control de todas las funciones de red, además de actuar como amplificador de los datos. Esta configuración se suele utilizar con cables de par trenzado aunque

también es posible llevarla a cabo con cable coaxial o fibra óptica. Tanto Ethernet como LocalTalk utilizan este tipo de topología. La figura 1.6 muestra las características de esta topología.

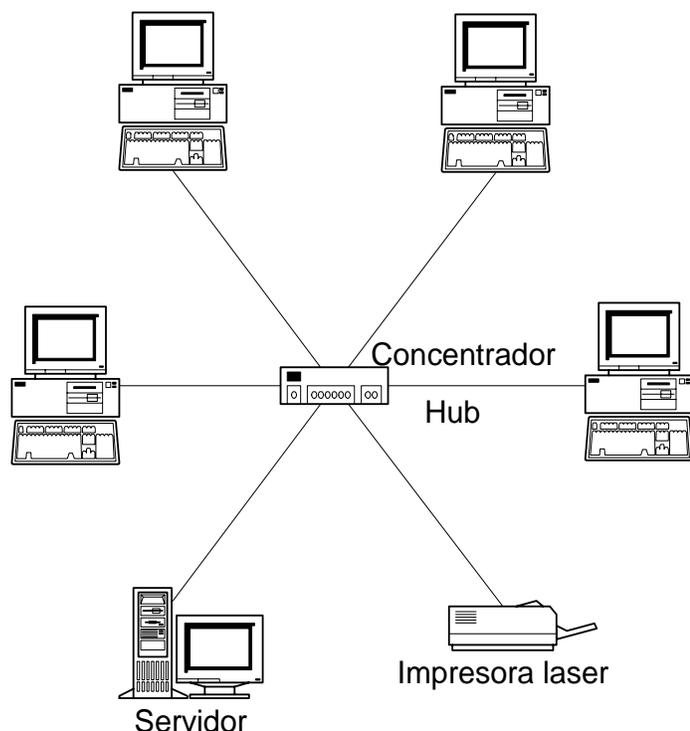


Figura 1.6. Topología de estrella.

Ventajas de la topología de estrella:

- Gran facilidad de instalación.
- Posibilidad de desconectar elementos de red sin causar problemas.
- Facilidad para la detección de fallo y su reparación.

Inconvenientes de la topología de estrella:

- Requiere más cable que la topología de bus.
- Un fallo en el concentrador provoca el aislamiento de todos los nodos a él conectados.
- Se han de comprar hubs o concentradores.

La topología de estrella cableada físicamente parece una topología estrella pero el tipo de concentrador utilizado, la MAU (Media Acces Unit, Unidad de Acceso al Medio) se encarga de interconectar internamente la red en forma de anillo. Esta topología es la que se utiliza en redes *Token-Ring*, tal y como se muestra en la figura 1.7.

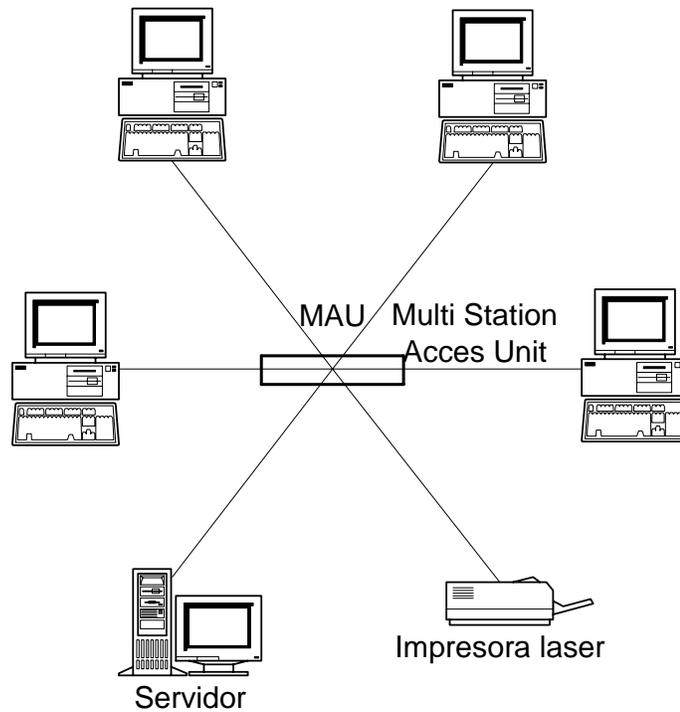


Figura 1.7. Topología de estrella cableada.

La topología de árbol combina características de la topología de estrella con la de bus. Consiste en un conjunto de subredes estrella conectadas a un bus. Esta topología facilita el crecimiento de la red, como lo muestra la figura 1.8.

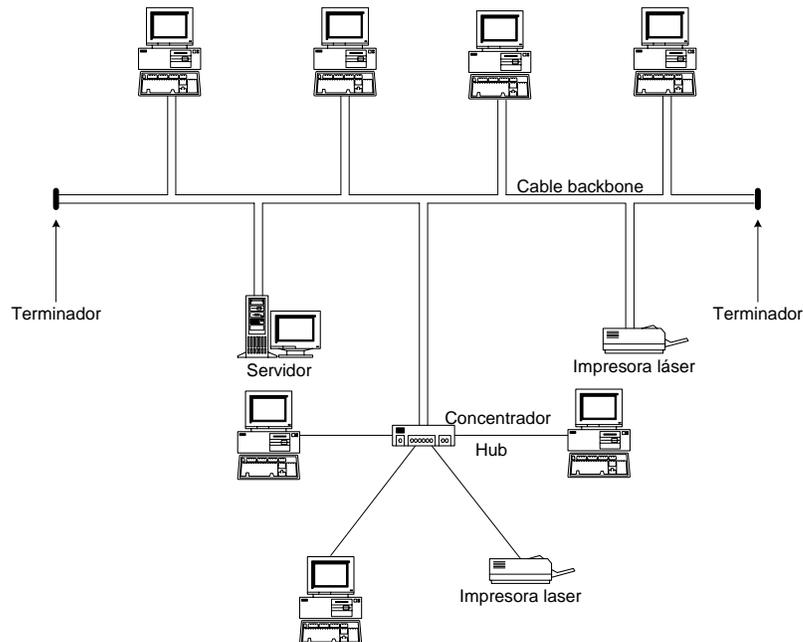


Figura 1.8. Topología de árbol.

Ventajas de la topología de árbol:

- Cableado punto a punto para segmentos individuales.
- Soportado por multitud de vendedores de software y de hardware.

Inconvenientes de la topología de árbol:

- La medida de cada segmento viene determinada por el tipo de cable utilizado.
- Si se viene abajo el segmento principal todo el segmento se viene abajo.
- Es más difícil la configuración.

En la tabla 1.2 se presenta un resumen comparativo de las diferentes especificaciones de la capa física y por topología que se utilizan en las redes.

	10Base2	10Base5	10BaseT	100BaseTX	100BaseFX
Medio	Coaxial fino RG-58 A/U	Coaxial grueso RG-8 o RG-11	TIA/EIA UTP de categorías 3, 4, 5, 5e, 2 pares	TIA/EIA UTP de categorías <5 y 5e, 2 pares de fibra	Multimodo micron 62.5/125
Tipo de conector	Conector BNC	AUI/DIX (a un transportador)	RJ45 modular	RJ45 modular	Conector interfaz con el medio dúplex(MIC) ST
Longitud máxima del segmento	185 m	500 m	100 m	100 m	412 m
Topología	Bus	Bus	Estrella	Estrella	Punto a punto
Tasa de transferencia	10 Mbps	10 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps

Tabla 1.2. Especificaciones de las topologías.

1.7. Protocolos de red

Un protocolo es un conjunto de reglas o normas que indican cómo se debe llevar a cabo la comunicación e intercambio de datos o información entre los distintos componentes de una red informática. Para que dos o más nodos en una red puedan intercambiar información es necesario que manejen el mismo conjunto de reglas, es decir, un mismo protocolo de comunicaciones.

En la actualidad contamos con muchos protocolos de comunicación comerciales, los cuales muchas veces, aún sin darse cuenta, se utilizan. Los protocolos de red ayudan

a hacer tareas como el Internet, una transferencia por módem o una simple comunicación a un servicio en línea inteligente de algún banco.

Debido a la gran variedad de protocolos, se hizo necesario estandarizarlos y para ello se tomó un diseño estructurado o modular que produjo un modelo jerárquico, conocido como modelo de referencia OSI.

A continuación se mencionan algunos de los protocolos más conocidos y utilizados:

- IPX/SPX: IPX (Internet Packet eXchange, Intercambio de Paquetes de Internet) SPX (Sequenced Packet eXchange, Intercambio Secuenciado de Paquetes).
- NetBIOS: (Network Basic Input/Output System, Sistema Básico de Entrada/Salida de Red).
- NetBEUI: Extended User Interface o Interfaz de Usuario para NetBIOS
- TCP/IP: es realmente un conjunto de protocolos, donde los más conocidos son TCP (Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión) e IP (Internet Protocol, Protocolo Internet).
- X.25: protocolo utilizado principalmente en WAN (Wide Area Network, Red de Área Extensa).

TCP/IP es uno de los protocolos más importantes en la actualidad, debido a que está ampliamente implementado independientemente de la plataforma de hardware y software en la que se programe y se ha convertido en un estándar de facto para las comunicaciones entre diferentes y diversas plataformas. Es por ello que se ha escogido para la implementación de la red de la DGSSS.

TCP/IP es un conjunto de protocolos y servicios, cada uno con un fin determinado. Su generalización o estandarización tiene dos potentes argumentos, uno está dado por la difusión de las computadoras personales, que provoca la necesidad de conectar computadoras de diferentes sistemas operativos y ubicaciones físicas, las cuales para poder comunicarse necesitaban tener un protocolo en común y el otro es el desarrollo de Internet, que se basa en este protocolo para efectuar su conectividad. Estas redes son las que se consideran hoy el estándar del mercado, desplazando otros tipos de redes, como por ejemplo redes IPX.

La importancia de TCP/IP es tal que en éste reside gran parte del éxito de Internet, pues su gran eficiencia se basa en lo anárquico de su funcionamiento, que aprovecha al máximo la capacidad de transporte de la red. La anarquía es símbolo de desorden y falta de eficiencia natural, pero en este caso, lo anárquico está dado por lo racional y ordenado de su procesamiento, como por ejemplo: una transmisión de datos cualquiera, entre dos máquinas de diferente o igual arquitectura, la primera envía determinado contenido, el mismo es dividido en paquetes, cada uno tiene el mismo destino, pero cada uno tiene un pedazo del contenido original.

Estos paquetes se envían en forma separada, intercalándose, mezclándose con otros paquetes de diferentes usuarios, en un aparente caos, pero aprovechando al máximo la capacidad de conexión, este grado de eficiencia es lo que permitió a este protocolo imponerse sobre los demás y convertirse en el estándar de facto, hacia mediados de los noventa, a pesar de ser concebido hace ya varias décadas. Sin embargo, este protocolo no es perfecto, tiene limitaciones, pues fue concebido originalmente para otro tipo de servicios que los que actualmente se le demandan, como lo son audio, video y telefonía.

1.8. Características de TCP/IP

La agencia de proyectos de investigación avanzada, del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica, definió un conjunto de reglas que establecieron cómo conectar computadoras entre sí para lograr el intercambio de información, soportando incluso desastres mayores en la subred. Fue así como se definió el conjunto de protocolos de TCP/IP. Para los años 80 una gran cantidad de instituciones estaban interesadas en conectarse a esta red que se expandió por todo E.U.A. La Suite de TCP/IP consta de 4 capas principales que se han convertido en un estándar a nivel mundial.

Las capas de la suite de TCP/IP, las cuales se muestran en la figura 1.9, son menos que las del modelo de referencia OSI, sin embargo, son tan robustas que actualmente unen a más de 3 millones de nodos en todo el mundo.

Protocolo o Servicios		OSI
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> FTP Transferencia de archivos </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Telnet Terminal Remota </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> WWW Wold Wide Web </div> </div>		Aplicación
UDP	TCP	Transporte
IP		Red
IEEE 802.3 Ethernet, 802.4 Token Bus, X25 etc.		Física

Figura 1.9. Modelo de Capas de TCP/IP.

La capa inferior, que podemos nombrar como física, respecto al modelo OSI, contiene varios estándares del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos) como son: el 802.3, llamado Ethernet, que establece las reglas para enviar datos por cable coaxial delgado (10Base2), cable coaxial grueso (10Base5), par trenzado (10Base-T), fibra óptica (10Base-F) y su propio método de acceso, el 802.4, llamado *Token Bus* que puede usar estos mismos medios pero con un

método de acceso diferente; el X.25 y otros estándares denominados genéricamente como 802.X.

La siguiente capa, de Red, cumple junto con la anteriormente descrita, los niveles del modelo de referencia 1,2 y 3. En esta capa se definió el protocolo IP, también conocido como "capa de internet". La responsabilidad de este protocolo es entregar paquetes en los destinos indicados, realizando las operaciones de enrutamiento apropiadas y la resolución de congestamientos o caídas de rutas.

La capa de transporte es la siguiente y está formada por dos protocolos: TCP (Transmission Control Protocol, Protocolo de Control de Transmisión) y UDP (User Datagram Protocol, Protocolo de Datagramas de Usuario). El primero es un protocolo confiable y orientado a conexiones, lo cual significa que nos ofrece un medio libre de errores para enviar paquetes. El segundo es un protocolo no orientado a conexiones y no es confiable.

La última capa definida en la suite de TCP/IP es la de aplicación y en ella se encuentran decenas de aplicaciones ampliamente conocidas actualmente. Las más populares son: FTP (File Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Archivos), TELNET (Emulador de terminales remotas), DNS (Domain Name Service, Servicio de Nombres de Dominio), HTTP (Hiperext Transfer Protocol, Protocolo de Transferencia de Hipertexto), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol, Protocolo Simple de Transferencia de Correo), NTP (Network Time Protocol, Protocolo de Tiempo en la Red), NNTP (Network News Transfer Protocol, Protocolo de transferencia de Noticias en la Red) entre las más importantes.

1.9. Enrutamiento

Se define como enrutamiento al proceso de determinar a donde enviar los paquetes de datos a direcciones fuera de la red local. Los ruteadores intercambian y mantienen la información de enrutamiento para habilitar la transmisión y la recepción de estos paquetes. Conceptualmente, la información de enrutamiento toma forma de listas en una tabla de enrutamiento, de la cual, cada fila corresponde a una determinada ruta. El administrador de la red puede estáticamente (manualmente) configurar las filas en la tabla de enrutamiento o el ruteador puede usar un protocolo de enrutamiento para crear y mantener una tabla de enrutamiento que de manera dinámica refleje los cambios en la topología de red, cuando estos ocurran.

El termino enrutamiento estático se usa para referirse al uso de rutas estáticas o manualmente configuradas para la transmisión del tráfico. El enrutamiento estático es usado principalmente para:

- Enrutar desde y hacia redes regionales (*stub*). Una red *stub* únicamente transmite tráfico local. Típicamente solo tiene un punto de entrada o de salida. No transmite tráfico de otras redes aunque tenga caminos para otras redes.
- Redes pequeñas que no se espera que crezcan significativamente.

- Para lograr funciones especiales, como marcado y enrutamiento por demanda (Dial on demand routing).
- Para especificar las rutas hacia el otro extremo en enlaces telefónicos.

La configuración y el mantenimiento de las rutas estáticas consumen demasiado tiempo, requiere el conocimiento total de la red para que se implemente de manera correcta.

El termino enrutamiento dinámico se refiere al uso de un protocolo de enrutamiento dinámico para distribuir la información de enrutamiento a través de la red y seleccionar la mejor ruta hacia el destino. El enrutamiento dinámico tiene principalmente dos ventajas sobre las rutas estáticas:

- Fácil configuración y menos trabajo para el administrador
- Adaptación dinámica a cambios en la red.

El uso de protocolos de enrutamiento dinámico es recomendado en casi todas las configuraciones de red, las pocas excepciones son: redes regionales, enlaces telefónicos, enrutamiento y marcado por demanda.

1.9.1. Protocolos de vector distancia y de estado del enlace

En la práctica hay dos tipos de protocolos de enrutamiento: vector de distancia y estado del enlace.

- Vector distancia: este tipo de protocolo realiza la propagación por “rumor”, es el proceso donde las decisiones de mantener la información en la tabla de enrutamiento están basadas en lo que se escucha y se dice. Cada ruteador pasa únicamente los resultados de sus decisiones locales a sus vecinos y asume que estos tienen la información correcta. Ejemplos de este tipo de protocolos son RIP (Router Information Protocol, Protocolo de Información de Ruteadores) versiones 1 y 2 e IGRP (Interior Gateway Routing Protocol, Protocolo Interior de Enrutamiento de Pasarela) propietario de Cisco Systems.
- Estado del enlace: cada ruteador envía información sobre el mismo (sobre los estados de sus enlaces) a todos los ruteadores de su red o a parte de ésta (área). Cada ruteador hace su propia decisión sobre como enrutar basada en toda la información recibida usando el protocolo de la ruta común mas corta (shorter path first) o el algoritmo de Dijkstra para calcular el camino mas corto hacia un destino. Ejemplos de estos protocolos son OSPF (Open Short Path First, Abrir Primero el Camino más Corto) e Integrated IS-IS (Intermediate System to Intermediate System, Sistema Intermedio a Sistema Intermedio).

Hay un protocolo híbrido, EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, Protocolo Interior de Enrutamiento de Pasarela Mejorado) que combina las características

de ambos tipos de protocolos además de algunas características propietarias de Cisco Systems.

Para elegir cualquiera de los protocolos de enrutamiento mencionados se deberán de tomar en cuenta cualquiera de las siguientes consideraciones:

Escoja protocolos Vector distancia cuando:

- Es una red simple, de topología plana, que no requiere diseño jerárquico.
- Los administradores no posean la suficiente experiencia y el conocimiento para operar con los algoritmos de estado del enlace.
- Cuando los peores tiempos de convergencia no sean un problema mayúsculo.

Escoja protocolos de estado del enlace cuando:

- El diseño de la red sea jerárquico, esto se usa en redes grandes.
- Los administradores tienen buen conocimiento de los protocolos.
- Cuando la convergencia rápida sea requerida.

1.10. Red Telefónica Pública

La red que mayor cobertura geográfica tiene, la que mayor número de usuarios comunica, y que ocasionalmente se ha afirmado que es "el sistema más complejo del que dispone la humanidad" es la **red telefónica**, la cual permite establecer una llamada entre dos usuarios en cualquier parte del planeta de manera distribuida, automática y prácticamente instantánea. Una llamada iniciada por el usuario **origen** llega a la red por medio de un canal de muy baja capacidad y dedicado precisamente a ese usuario, ese canal se le denomina **línea de abonado**. En un extremo de la línea de abonado se encuentra el aparato terminal del usuario (teléfono, fax, modem, etc) y el otro extremo está conectado a **la central local**. La función de una central telefónica consiste en identificar el número seleccionado a la cual está conectado el usuario destino y enrutar la llamada hacia dicha central, con el objeto que ésta le indique al usuario destino, por medio de una señal de timbre, que tiene una llamada. Al identificar la ubicación del destino, reserva una trayectoria entre ambos usuarios para poder iniciar la conversación. La trayectoria o ruta no siempre es la misma en llamadas consecutivas, ya que ésta depende de la disponibilidad instantánea de canales entre las distintas centrales telefónicas. Con esta arquitectura, es muy probable que dos llamadas entre una pareja de usuarios ocupen diferentes rutas, lo cual frecuentemente se refleja también en la calidad de la llamada que los usuarios perciben.

Es evidente que por la dispersión geográfica de la red telefónica y de la cantidad de usuarios que requieren este servicio, existan varias centrales locales, las cuales están enlazadas entre sí por medio de canales de mayor capacidad (**línea troncal**) de manera

que cuando ocurran situaciones de alto tráfico, no haya un bloqueo entre las centrales. Existe una jerarquía entre las diferentes centrales que le permite a cada una de ellas enrutar las llamadas de acuerdo con los tráficos que se presenten.

Los enlaces entre los abonados y las centrales locales son normalmente cables de cobre, pero las centrales pueden comunicarse entre sí por medio de enlaces de cable coaxial, de fibras ópticas o de canales de microondas. En caso de enlaces entre centrales ubicadas en diferentes ciudades se usan cables de fibras ópticas y enlaces satelitales, dependiendo de la distancia que se desee cubrir.

Asimismo, existen centrales telefónicas que permiten enrutar una llamada hacia otra localidad, ya sea dentro o fuera del país. Este tipo de centrales se denominan centrales automáticas de larga distancia.

Cada central local realiza las siguientes funciones básicas:

- Cuando un abonado levanta el auricular de su aparato telefónico, la central lo identifica y le envía un tono de "invitación a marcar".
- La central espera recibir el número seleccionado para, a su vez, escoger una ruta del usuario fuente al usuario destino.
- Si la línea de abonado del usuario destino está ocupada, la central lo detecta y le envía al usuario fuente una señal de ocupado ("tono de ocupado").
- Si la línea del usuario destino no está ocupada, la central a la cual está conectado genera una señal para indicarle al destino la presencia de una llamada.
- Al contestar la llamada el usuario destino se suspende la generación de dichas señales.
- Al concluir la conversación las centrales deben desconectar la llamada y poner los canales a la disposición de otro usuario.

Al concluir la llamada se debe contabilizar su costo para su facturación, para ser cobrado al usuario que la inició.

1.11. Frame Relay

Frame Relay es una tecnología de comunicaciones de alta velocidad que es usada alrededor del mundo para conectar redes LAN, SNA, Internet, etc., y también montar aplicaciones de voz. Una red Frame Relay consiste de terminales o sitios por ejemplo: servidores, PC's, etc., equipo FRAD (Frame Relay Access Device, Dispositivo de Acceso Frame Relay), puentes, ruteadores y dispositivos de red (conmutadores, multiplexores). Se accesa a la red usando una interfaz estandarizada; el equipo de acceso a la red Frame Relay es el responsable de entregar las tramas a la red en un formato predeterminado. La función del dispositivo de red es la de conmutar o enrutar las tramas a través de la red hacia la terminal adecuada del usuario.

Una red Frame Relay será descrita muchas veces como una “nube”, por que una red Frame Relay no es una sola conexión física entre un sitio y otro. En cambio, una ruta es definida de manera lógica entre los dos sitios a través de la red. Esta ruta lógica es definida como VC’s (Virtual Circuits, Circuito Virtual). El ancho de banda es asignado a la ruta hasta que se tenga la necesidad de transmitir.

1.11.1. Circuitos PVC’s y SVC’s

La tecnología Frame Relay esta basada en el concepto del uso de circuitos virtuales. Los VC’s son rutas definidas entre dos puertos, establecidos a través de software, que actúan como reemplazos de líneas privadas en la red. Por ahora, existen dos tipos de conexiones:

Los PVC’s (Private Virtual Circuit, Circuito Virtual Privado) son establecidos por un administrador de red en un sistema de administración. Los definimos inicialmente como una conexión entre dos sitios o puntas. Los PVC son rutas fijas que no son disponibles bajo demanda o por base de llamadas, aunque la ruta actual pudiera variar a través del tiempo, como cuando sucede un re-enrutamiento automático, el principio y el fin del circuito no deberán variar. De esta forma, los PVC son similares a un circuito punto a punto dedicado.

Los PVC’s son populares porque son una solución efectiva en costo a las líneas o enlaces privados. Establecer PVC’s requiere conocimiento de los patrones de tráfico de la red, planeación y utilización del ancho de banda disponible. Hay tiempos fijos de instalación de PVC’s lo cual limita su flexibilidad cuando se trata de proveer servicio por periodos cortos de tiempo.

A diferencia de los PVC’s los SVC’s (Switched Virtual Circuit, Circuito Virtual Conmutado) están disponibles a través de llamadas. Establecer una llamada mediante el protocolo de señalización de SVC’s es comparable a usar el teléfono, el usuario especifica la dirección destino, similar a un número de teléfono. Implementar SVC’s en una red es más complejo que usar PVC’s pero es transparente a los usuarios. Primero, la red debe establecer las conexiones dinámicamente basándose en las peticiones de muchos usuarios (lo opuesto a los PVC’s, en donde un operador de red debe configurarlos en la red). La red debe de establecer rápidamente la conexión y asignar el ancho de banda basado en las peticiones de los usuarios. Finalmente, se deben registrar y facturar las llamadas de acuerdo al servicio proporcionado.

Aunque los SVC’s fueron definidos en las primeras especificaciones de Frame Relay, no fueron implementados por los primeros prestadores de servicios Frame Relay. En este momento, las aplicaciones tecnológicamente maduras basadas en SVC’s apenas están empezando a desarrollarse. Mientras los PVC’s ofrecen multiplexaje estadístico en Frame Relay, los SVC’s proveen conexiones entre 2 puertos cualesquiera de la red, añadiéndole flexibilidad y economía.

1.11.2. Estructura de la trama Frame Relay

Para la comunicación de datos en Frame Relay se hace uso de tramas. En la trama Frame Relay los paquetes de los usuarios no son cambiados de ninguna forma. Frame Relay simplemente añade una cabecera de 2 bytes a la trama.

Como se observa en la figura 1.10 la trama Frame Relay empieza y termina con una secuencia (01111110), llamada bandera, que permite identificar el inicio y el fin de una trama Frame Relay. Para evitar que esta secuencia aparezca en medio de la trama, el equipo transmisor debe de insertar un bit 0 cada cinco bits consecutivos 1 y el receptor deberá identificar los bits añadidos y eliminarlos. También las banderas son utilizadas para llenar el espacio en donde los equipos no tienen tramas que transmitir.

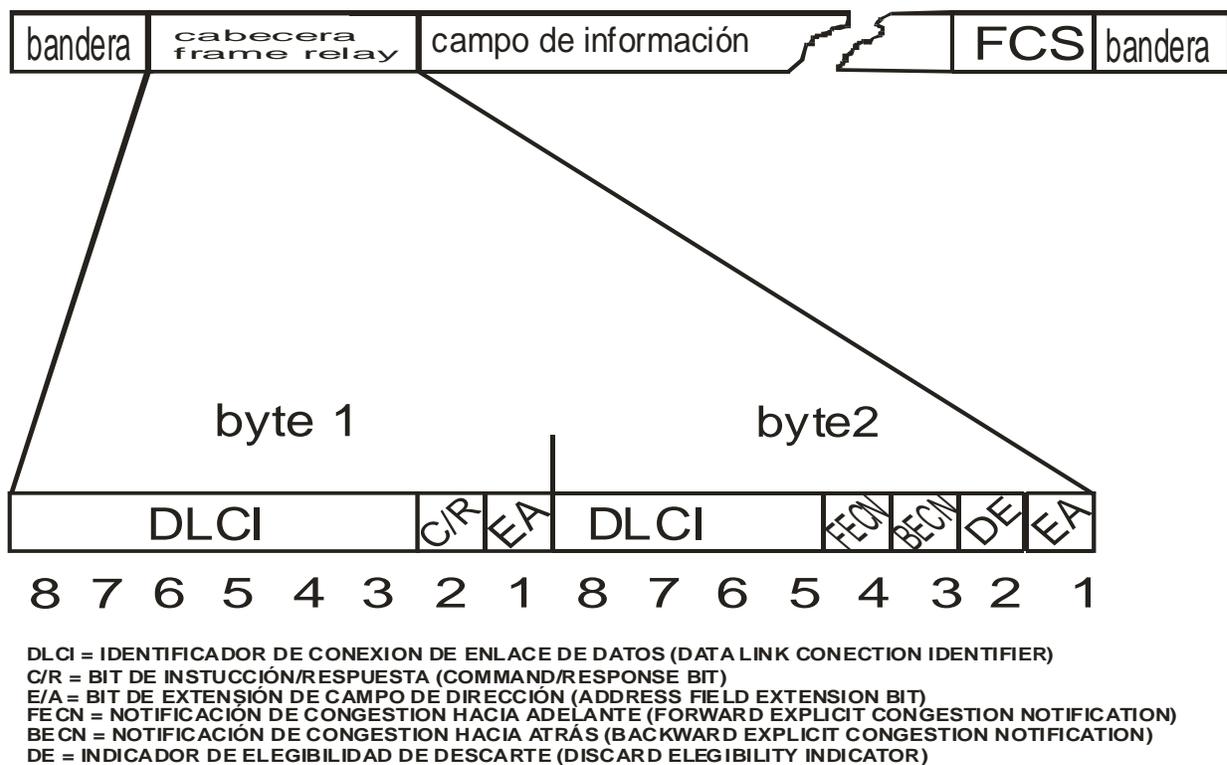


Figura 1.10. Estructura de la trama Frame Relay.

El encabezado Frame Relay contiene un número de 10 bits, llamado DLCI (Data Link Connection Identifier, Identificador de Conexión de Enlace de Datos). El DLCI es el número del circuito Frame Relay (que sólo tiene significado local) el cual corresponde a un destino en particular. Las tablas de rutas en cada conmutador Frame Relay intermedio permiten a esos enrutar las tramas a su destino. Por ejemplo en la figura. 1.11 se tienen cuatro dispositivos FRAD (A,B,C, y D) conectados a una nube Frame Relay formada por 3 conmutadores. Si observamos el circuito virtual que conecta el FRAD A con el FRAD D, se tiene que en FRAD A, el circuito virtual que conecta hacia el FRAD D tiene el DLCI 32. En sentido inverso, el DLCI del circuito que conecta al FRAD D con el FRAD a es el 85. El DLCI solo tiene significado entre el FRAD y su nodo adyacente, ya sea otro FRAD o un conmutador Frame Relay.

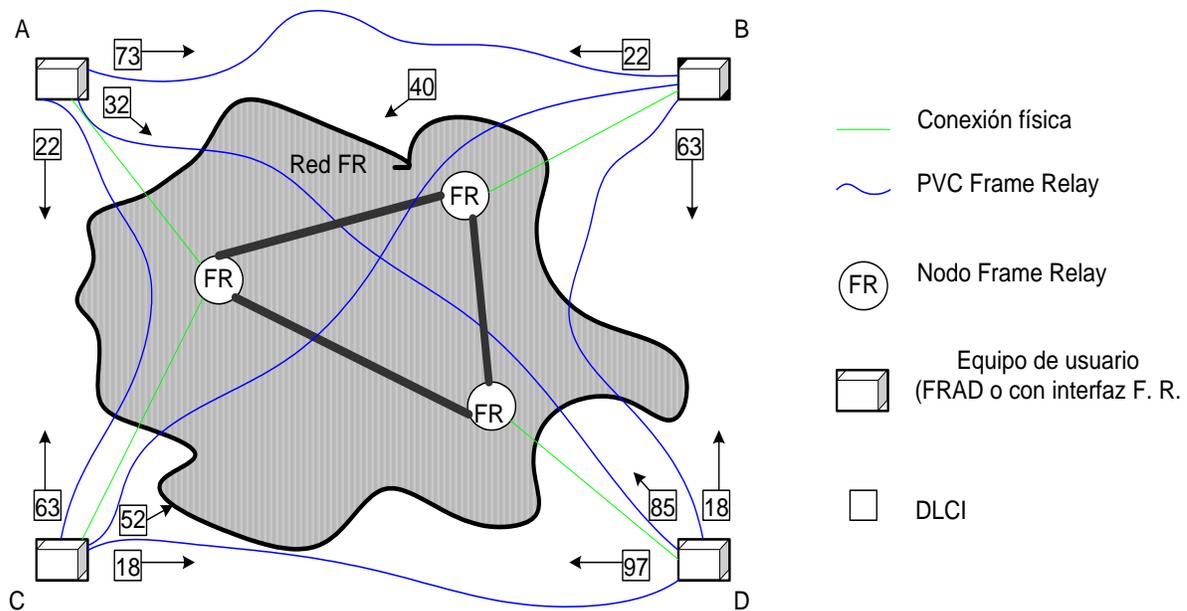


Figura 1.11. El DLCI identifica el puerto destino del enlace.

El campo de información contiene la información que la red trasmite al usuario; aunque no tiene una longitud definida, se recomienda que ésta no sea mayor de 4096 bytes, debido a que una secuencia CRC (Código de Redundancia Cíclica) de 16 bits no garantiza la integridad de los datos en una trama mayor. Para el cálculo del CRC se utiliza el polinomio normalizado $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ que opera en todos los bits excepto en las banderas. La trama máxima recomendada y acordada por los fabricantes de equipos Frame Relay debe ser de 1600 bytes.

El DLCI permite a los datos entrantes a un conmutador Frame Relay (algunas veces llamado nodo) ser enviados usando un proceso simple de tres pasos:

1. Verificar la integridad de la trama usando el FCS (Frame Check Sequence, Secuencia de Verificación de Trama), si indica un error, la trama se descarta.
2. Verificar el DLCI en la tabla; Si el DLCI no está definido para este enlace, se descarta la trama.
3. Enviar la trama hacia su destino por el puerto o enlace especificado en la tabla.

Para simplificar las redes Frame Relay en la medida de lo posible, sólo existe una regla: si se encuentra algún problema en la trama simplemente se descarta. Hay dos principales causas por las que los datos Frame Relay pueden ser descartados:

- Detección de errores en las tramas.
- Congestión, la red puede estar bajo condiciones de sobrecarga.

La tecnología Frame Relay simplifica la tarea de proceso y relega a los dispositivos de los usuarios la recuperación debido a las tramas perdidas.

¿Cómo es posible que un protocolo de capa superior pueda recuperarse de una pérdida de trama?

Los protocolos de capas superiores mantienen registro de secuencia de las tramas que reciben o envían. Por cada trama que se reciba correctamente, se envía una confirmación (acknowledgment), que permite conocer cuales tramas fueron exitosamente recibidas. Si una trama se pierde, el extremo receptor hará una petición (request) de retransmisión, después de un periodo de espera (time-out). De esta manera, los dispositivos de los usuarios aseguran que todas las tramas serán eventualmente transmitidas sin errores. Esta función es realizada por los protocolos de la capa 4 (según el modelo OSI), de transporte, en protocolos como TCP/IP y otros.

Mientras las capas superiores recuperen las pérdidas de tramas, la recuperación de sitio a sitio será muy costosa. La pérdida de una trama toma ciclos extra de proceso en las computadoras destino y toma ancho de banda de la red para la retransmisión de múltiples tramas, y lo que es peor, causa grandes retrasos debido a los largos tiempos de espera de los protocolos de estas capas. Además del desperdicio del tiempo de retransmisión. Es mejor obtener una gran mejora en el desempeño de la red, aumentando la habilidad de ésta de minimizar el número de tramas descartadas que esperar que los protocolos de capas superiores puedan recuperar las tramas perdidas.

Los errores en las tramas son detectados usando la secuencia de verificación de trama FCS (Frame Check Sequence, Secuencia de Verificación de Trama), estos son generalmente ocasionados por ruidos en las líneas de transmisión.

Afortunadamente, la mayoría de las líneas principales (backbones lines) están basadas en tecnologías digitales y tienen bajas tasas de error. Esto reduce la frecuencia de detección de errores y de procedimientos de recuperación en las líneas y se elimina efectivamente este problema. En conclusión, la tecnología Frame Relay es útil mientras se tengan líneas digitales con tasas de error bajas.

Cabe comentar que las congestiones en la red se pueden producir por dos razones: primera, un nodo puede recibir más tramas de las que puede procesar, esto es llamado congestión de recepción. Segunda, algún nodo de la red necesita enviar más tramas a través de una línea dada de lo que la velocidad de ésta lo permitiría, lo cual es llamado congestión de línea.

Como el tráfico en las redes de área local LAN es extremadamente variable, la probabilidad de que ocurra una congestión es ocasionalmente alta, a menos que el usuario configure excesivamente las líneas y los conmutadores; en este caso, el costo en términos de desempeño de la red será muy alto. Debido a esto, es muy importante que las redes Frame Relay tengan un excelente control de las congestiones para minimizar tanto la frecuencia y la severidad de las congestiones. *Modo de transferencia asíncrono*

El ATM (Asynchronous Transport Mode, Modo de Transferencia Asíncrono) es una técnica de conmutación de paquetes de alta velocidad, que utiliza paquetes de longitud fija denominados "células" y combina los beneficios de la conmutación de circuitos (alto

rendimiento, bajo retardo y transparencia a la información) con el eficiente uso del ancho de banda de la conmutación de paquetes.

ATM presenta la capacidad de proporcionar ancho de banda sobre demanda, para cumplir los requerimientos de cualquier aplicación de usuario. Soporta una arquitectura "multiservicio", que permite a muchos usuarios compartir en forma simultánea la red, en un amplio rango de servicios actuales y futuros. Esta técnica ha sido seleccionada como la técnica de multicanalización y de conmutación para B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network, Red Ancha Integrada de Servicios Digitales).

Los beneficios que se obtendrían al utilizar una red basada en la tecnología ATM son:

- Una sola red es utilizada con interfaces estandarizadas para soportar diferentes servicios, ya sean actuales o futuros (voz, datos, video, multimedia etc.).
- Ganancia en rendimiento.
- Eficiencia en el uso del ancho de banda, es decir el tráfico no útil es removido (por ejemplo: silencios en voz y banderas en datos).
- Disponibilidad del servicio, donde el tráfico es enrutado completamente en caso de falla del enlace.
- Calidad del servicio adaptable, es decir, el ancho de banda y el retardo pueden ser asignados de acuerdo a requerimientos de la aplicación.

1.11.3. Definición del tamaño de la célula

En cuanto a los datos, los aspectos que se tomaron en cuenta para la definición del tamaño de la célula fueron: eficiencia en la transmisión, la cual está determinada por la relación entre el tamaño del campo del encabezado y el tamaño del campo de información; retardo, principalmente el retardo generado por el tiempo que la célula permanece en la red, impactando a servicios sensibles a este tipo de retardo y, por ultimo, la complejidad en la implementación, este parámetro impacta directamente en la velocidad de procesamiento y tamaño de memoria de los procesadores de red.

ATM transfiere la información a través de unidades de tamaño fijo llamadas celdas. Cada celda consta de 53 octetos o bytes. Los primeros 5 bytes contienen información de encabezado de la celda y los 48 bytes restantes contienen la carga útil (información del usuario). Las celdas pequeñas de tamaño fijo son muy adecuadas para la transferencia de tráfico de voz y video, ya que dicho trafico no tolera los retardos que surgen por tener que esperar a que un paquete grande de datos descargue su información.

En la figura 1.12 se muestra el formato básico de una celda ATM.



Figura 1.12. Estructura básica de la célula ATM.

1.11.4. Servicios para usuarios de redes ATM

La técnica de conmutación ATM, por sus características de ofrecer un retardo controlado, ancho de banda flexible y altas velocidades, tiene la capacidad de poder ofrecer transporte de un gran número de servicios, tales como: voz, video, datos "orientados a conexión" y datos "orientados a no conexión". Además, permite: la emulación de circuito privado, transporte de tramas "Frame Relay", transporte de células ATM, señalización LAN, ATM, etc. Bajo el procedimiento de emulación de los mismos, es decir, por ejemplo, para el caso de transporte de voz, una red basada en ATM deberá emular (simular) un servicio de conmutación de circuitos. En la figura 1.13 se ilustra este concepto.

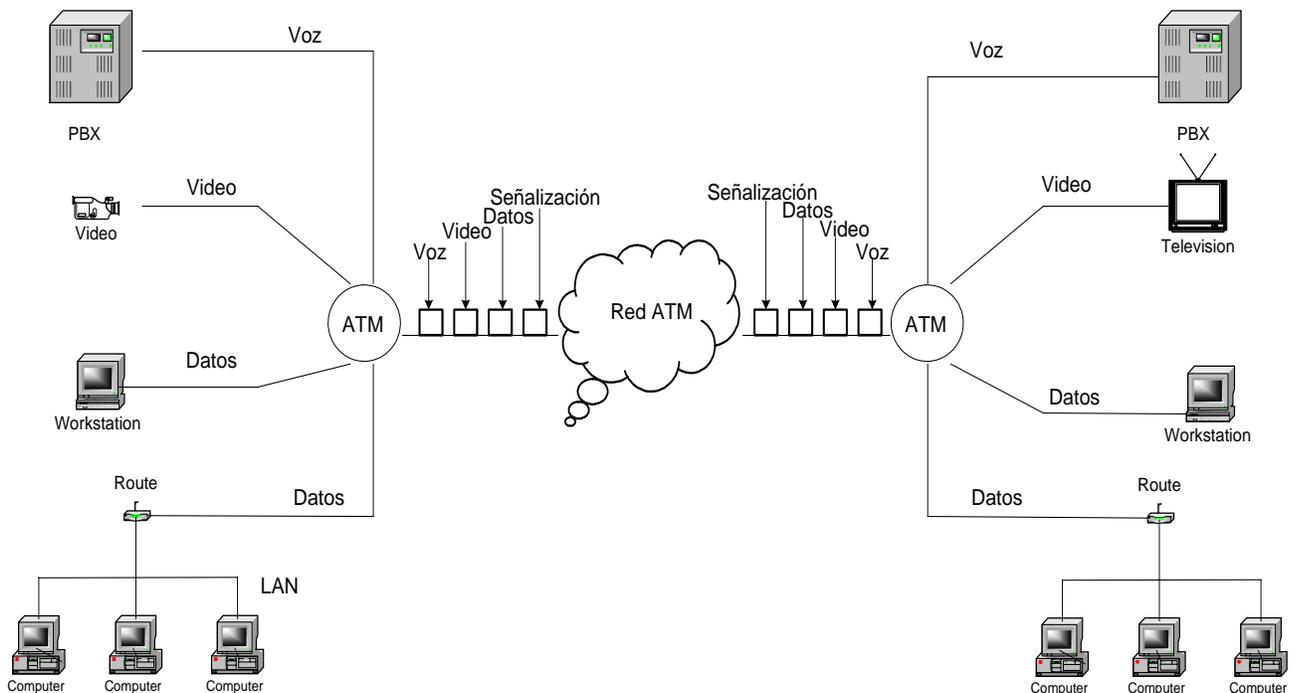


Figura 1.13. Servicios para usuarios en redes ATM.

La tecnología ATM considera en su diseño el proporcionar servicios de diferente naturaleza, como son, por ejemplo: los servicios de comunicaciones para puntos de venta interactivos, los cuales presentan características de retardo, pérdida de datos, comportamiento del tráfico y ancho de banda diferentes a las mismas características del tráfico de video. En la tabla 1.3 se resumen los requerimientos que solicitan diferentes aplicaciones del usuario.

Aplicación	Retardo	Pérdida de datos	Comportamiento del tráfico	Requerimiento de ancho de banda
Transferencia de archivos	Tolerante a variaciones (100 ms)	Cualquier pérdida de datos resulta en retransmisiones y baja el rendimiento, es tolerante a muy bajas pérdidas de datos	Ráfagas sostenidas con grandes periodos de silencios entre transferencias	Alto
Punto de Venta interactivo	Sensible al retardo (< 100 ms)	Tolerante	Baja velocidad de transferencia, poca información transmitida	Bajo
Video	Muy sensible a variaciones de retardo y a retardo de extremo a extremo	Tolerante	Velocidad de transferencia sostenida. No hay ráfagas ni silencios	Alto
Voz	Sensible a ambas variaciones de retardo y de retardo extremo a extremo	Tolerante	Ráfagas cortas, patrones de silencio impredecibles	Bajo

Tabla 1.3. *Requerimientos de transmisión de algunas aplicaciones comunes.*

Los servicios que puede ofrecer una red basada en ATM se pueden clasificar en función de sus características de ancho de banda y retardo, teniéndose:

- Servicio CBR (Constant Bit Rate, Velocidad de Transmisión Constante): proporciona un circuito virtual con un ancho de banda fijo. Adecuado para aplicaciones que requieren un ancho de banda constante y son sensibles al retardo.
- Servicio VBR (Variable Bit Rate, Velocidad de Transmisión Variable): adecuado para tráfico tipo "ráfaga", las aplicaciones pueden enviar altas velocidades por pequeños periodos de tiempo.
- Servicio UBR (Unspecified Bit Rate, Velocidad de Transmisión sin Especificar): utiliza sólo el ancho de banda disponible, por lo que es adecuado para aplicaciones de datos fuera de tiempo real y no se garantiza cuando o si los datos arribarán a su destino.
- Servicio ABR (Available Bit Rate, Velocidad de Transmisión Disponible): utiliza sólo el ancho de banda disponible, proporcionando al menos un mínimo para mantener las aplicaciones funcionando y es adecuado para aplicaciones de datos fuera de tiempo real.

En la figura 1.14 ilustra los patrones de tráfico para cada una de las clases de servicio de una red ATM

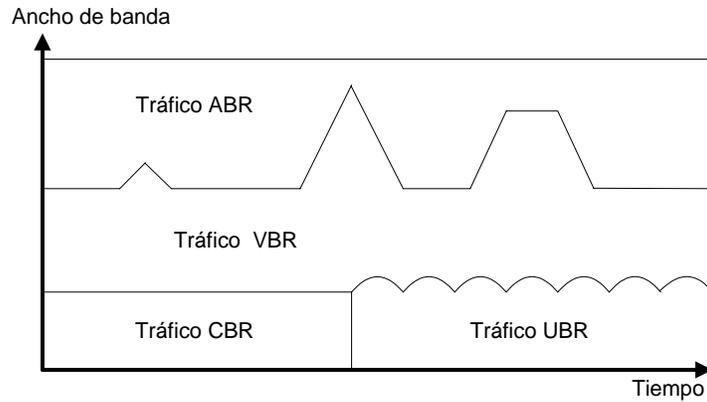


Figura 1.14. Clases de servicio en redes ATM.

1.11.5. Asignación del ancho de banda

La asignación del ancho de banda en ATM se hace dependiendo del tipo de servicio que se requiera proporcionar, así por ejemplo, para un servicio de "emulación de circuito", el ancho de banda asignado deberá garantizar al usuario que el tráfico saliente de la red (basada en ATM) será de las características del tráfico entrante a la red.

La figura 1.15 ilustra 2 ejemplos de asignación de ancho de banda para diferentes tipos de conexiones, para un enlace PDH E1 de troncales telefónicas, un enlace de 2 MB/s y su multiplexaje dentro de la red ATM de ambos enlaces.

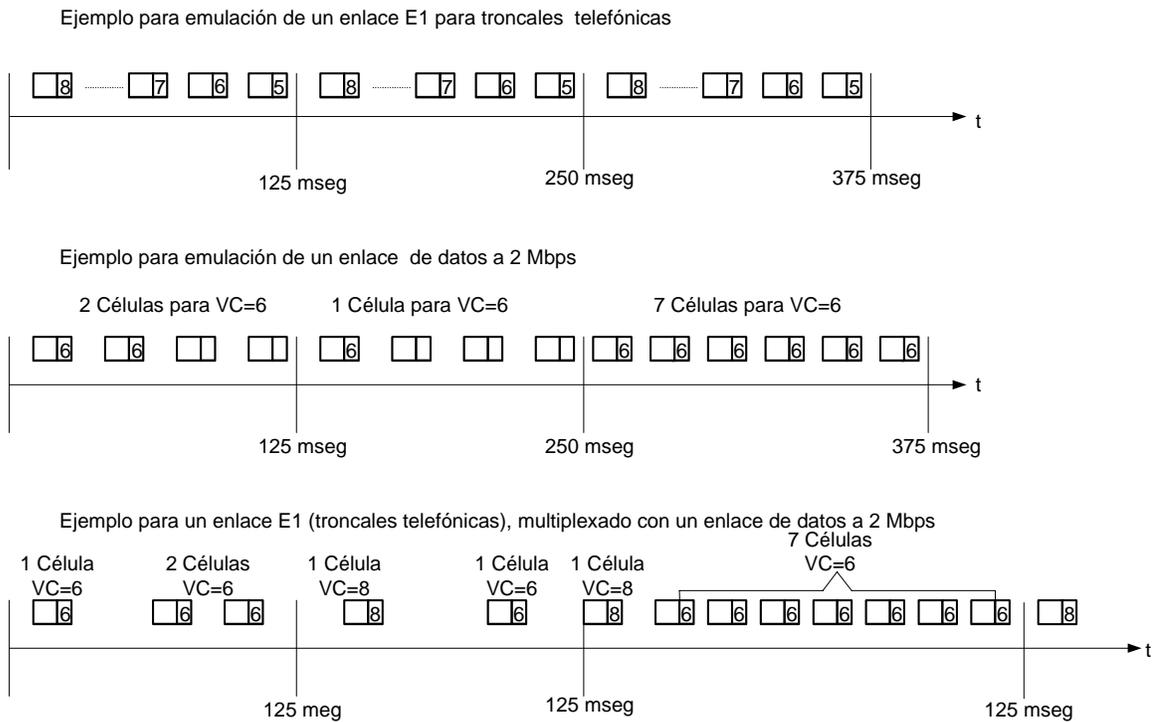


Figura 1.15. Ejemplos de asignación de anchos de banda en redes ATM.

1.11.6. Calidad de servicio

La calidad de los servicios ofrecidos por una red basada en ATM se puede caracterizar por su QoS (Quality of Service, Calidad de Servicio), que de acuerdo a la recomendación de la UIT-T G.106 es: "el efecto colectivo de características de servicio, el cual determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio". En la práctica el QoS es una medida (de acuerdo con la percepción del usuario) de la efectividad de una red ATM. El QoS especifica un ancho de banda promedio y un ancho de banda pico máximo permitido (instantáneo) donde cada conexión de canal virtual tiene asociado con él una característica de QoS dado.

El QoS puede ser determinado cuantitativamente mediante los parámetros definidos por la UIT-T, que son: relación de células en error, retardo de transferencia de célula (Network latency), capacidad de transferencia de célula (velocidades promedio y pico permitidas), variación de retardo de célula (jitter), relación de pérdida de célula y relación de pérdida de inserción de célula.

1.11.7. Modelo de referencia ATM

La arquitectura de ATM utiliza un modelo lógico para describir la funcionalidad que soporta. La funcionalidad de ATM corresponde a la capa física y parte de la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

El modelo de referencia ATM se compone de tres planos que se extiende a través de todas sus capas: control, usuario y administración.

- Control, este plano es responsable de la creación y administración de las solicitudes de señalización.
- Usuario, este plano es responsable de la administración de la transferencia de datos.
- Administración, este plano tiene dos componentes:

La administración en capa se encarga de administrar las funciones específicas de la capa como la detección de fallas y los problemas de los protocolos.

La administración en plano se encarga de administrar y coordinar las funciones relacionadas con todo el sistema.

El modelo de referencia ATM se compone de las siguientes capas:

- Capa física, es análoga a la capa física del modelo de referencia OSI y administra la transmisión dependiente del medio físico de transmisión.

Esta capa tiene cuatro funciones: convertir los bits en celdas; controlar la transmisión y recepción de bits en el medio físico; supervisar los límites de

las celdas de ATM; empaquetar las celdas en un tipo de trama adecuado para enviarlas a través del medio físico.

La capa física de ATM se divide en dos partes: la subcapa PMD (Physical Medium Dependant, Dependiente del Medio Físico) y la subcapa TC (Transmission Convergence, Convergencia de Transmisión).

La subcapa PMD presenta dos funciones básicas. Primero, sincroniza la transmisión y la recepción a través del envío y recepción de un flujo continuo de bits con la información de temporización asociada. Segundo, especifica el medio físico para el medio de transmisión que se va utilizar, incluyendo los tipos de conector y cable. Algunos ejemplos de estándares de medios de transmisión para ATM son la SONET/SDH (Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy, Red Óptica Síncrona/Jerarquía Digital Síncrona), el DS-3/E3, 155 Mbps a través de MMF (Optical Fiber Multimode, Fibra óptica multimodo).

La subcapa TC tiene cuatro funciones: delineamiento de celdas, generación y verificación de la secuencia de HEC (Header Error Control, Control de errores del encabezado), desacoplamiento de la tasa de celdas y adaptación de la trama de transmisión. La función de delineación de celdas conserva los límites de las celdas ATM, y permite así que los dispositivos puedan ubicar celdas dentro de una ráfaga de bits. La generación y verificación de secuencia HEC crea y verifica el código de control de errores del encabezado para asegurar la validez de los datos. El desacoplamiento de la tasa de celdas conserva la sincronización e inserta o suprime celdas ATM libres (no asignadas) para adaptar la tasa de celdas ATM validas a la capacidad de carga útil del sistema de transmisión. La adaptación de la trama de transmisión empaqueta las celdas ATM en tramas aceptables para la implementación de la capa física particular

- Capa ATM, combinada con la capa de adaptación de ATM. La capa ATM es análoga, a grandes rasgos, a la capa de enlace del modelo de referencia OSI. La capa de ATM es responsable de establecer conexiones y pasar celdas a través de la red ATM. Para realizar esta función utiliza la información del encabezado de cada celda ATM.
- AAL (ATM Adaptation Layer, Capa de Adaptación de ATM), combinada con la capa ATM. La AAL es análoga (ligeramente) a la capa de enlace de datos del modelo OSI. La capa AAL es responsable de aislar los protocolos de capas superiores de los detalles de los procesos de ATM.

Por último, las capas superiores que residen arriba de la capa AAL, ésta acepta datos del usuario, los conforman paquetes y los entregan a la AAL. La figura 1.16 muestra el modelo de referencia ATM.

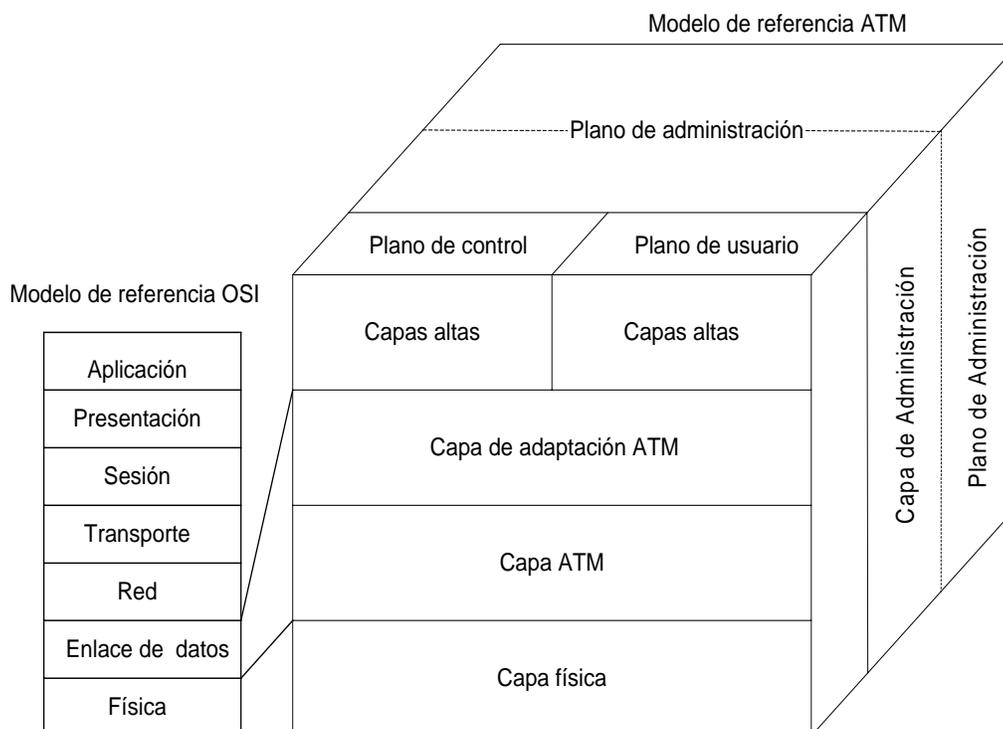


Figura 1.16. Modelo conceptual de ATM.

1.12. Integración de Servicios

Tan sólo hace unas cuantas décadas, los servicios de telecomunicaciones estaban limitados a la transmisión analógica de voz o texto a través del cable del teléfono o del telégrafo. En la actualidad los servicios incluyen, además de voz y texto, imágenes, datos y sonidos que son transmitidos digitalmente por diversos medios, dentro de los cuales las tradicionales redes de cobre son crecientemente superadas por sistemas más eficaces, tales como la fibra óptica, los mecanismos inalámbricos de radiocomunicación y los satélites.

A finales de los años 70, la telemática prometía unir la telefonía, la TV y los datos. En los años 80 la tecnología de la información (TI) mantuvo este compromiso en la misma dirección. Recientemente, el debate se ha intensificado con la explosión de Internet y las comunicaciones móviles. Hoy en día se habla sobre la convergencia fijo-móvil, la convergencia de voz y datos y otras. El reto de la convergencia estriba en conocer como debería organizarse la industria de la tecnología de la información, para cumplir mejor las necesidades de un mercado con fuertes expectativas de crecimiento durante los próximos años y ofrecer al usuario final un paquete atractivo de productos y servicios, que sean fáciles de utilizar y que les llegarán desde una amplia variedad de caminos.

Aunque a simple vista parece que los servicios de voz, datos e imágenes son diferentes, una vez que las señales son digitalizadas, estas formas se vuelven electrónicamente indistinguibles. En otras palabras, a pesar de que existen múltiples mecanismos de transmisión y recepción de señales, y que éstas tienen a su vez diversos

usos y funciones, la homologación digital ha hecho posible que todos los servicios puedan ser provistos a través de las mismas redes y recibidos por los consumidores en equipos que integran las distintas formas en que llega la información. Lo anterior se conoce como "convergencia digital".

1.13. Características de la red multiservicio

En un inicio, los servicios de comunicación se basaban en diferentes técnicas y tecnologías de comunicación, cada una adecuada a sustentar el tipo de necesidades que cada servicio necesitaba. Ahora, las redes multiservicio son el resultado de una evolución tecnológica hacia una infraestructura de transporte de información, lo suficientemente flexible como para adaptarse a los diferentes requerimientos que cada tipo de tráfico necesita solventar, sin degradar la calidad del servicio. Estas redes pueden transportar y dar acceso a diversos tipos de tráfico y soportar diversos servicios simultáneos, ya sea entre dos o más entidades.

Una red multiservicio es un conjunto de dispositivos de comunicaciones que transportan, y dan acceso, a múltiples tipos de servicios de comunicaciones en diversos formatos.

Dentro de las redes de comunicaciones podemos encontrar 3 subsistemas, en los cuales se encuentran:

- **Sistema Core:** son los equipos e infraestructura que proporcionan el núcleo central de la red, aquí se encuentran los equipos que hacen el trabajo de proceso y administración de la comunicación, dichos equipos tienen capacidades muy elevadas. En los sistemas de voz estos equipos son las centrales telefónicas y en los sistemas de datos se encuentran *switches* de alta capacidad. Con la convergencia tecnológica, los sistemas *core* se interconectan a través de tecnologías de transporte, que pueden manejar cualquier tipo de tráfico en alta velocidad y de manera simultánea, tal es el caso de jerarquías digitales como SDH.
- **Sistemas de Acceso:** son las tecnologías que permiten conectar los equipos terminales del usuario hacia las redes de transporte, aquí es donde existe una gran variedad de tecnologías, algunas proporcionan características novedosas, otras sólo se adaptan a la infraestructura de transporte y los equipos del usuario. Aquí se encuentran la red telefónica, la red de datos, la red de televisión por cable, el sistema de difusión de radio y televisión, la red satelital, la red eléctrica, etc. Cada red tiene sus propias características, la tendencia tecnológica es aprovechar estas redes ya instaladas con mucho tiempo de antigüedad, por lo que las tecnologías nuevas pretenden adaptarse a los medios de acceso ya existentes. Sin embargo, hay surgimiento de nuevas tecnologías, en todos los casos, la fuerza del cambio se está dando en las aplicaciones del usuario, los equipos terminales del usuario, los medios de acceso al usuario, las tecnologías de acceso y las de transporte.

- **Sistemas de Usuario:** se vislumbra el equipo de cómputo personal como el sistema universal de control y comunicación por excelencia para el hogar y la oficina, además de que el modelo de comunicación apunta hacia la computación móvil y la integración de comunicación celular o satelital con servicios integrados de tipo multimedia.

Para el usuario final existe una amplia gama de productos que ofrecen paquetes de servicios, hay equipos que brindan diversos tipos de servicios, sin embargo, la garantía de que la tecnología que utilizan pudiera llegar a ser predominante en el mercado, muchas veces está fuera del control del usuario, o de los fabricantes e incluso de la misma tecnología, es una combinación de factores. Algunos ejemplos de los productos y servicios que ofrecen las redes multiservicio son los que se mencionan a continuación.

1.13.1. Voz sobre IP

A partir de las redes de datos surge un concepto interesante para transmitir voz sobre una red de datos, con la aparición de Internet la idea se extiende a la larga distancia.

El concepto de voz sobre IP es simple, dada una aplicación que transforma la voz en información de datos, estos pueden ser manipulados de la misma forma que cualquier paquete o datagrama de datos dentro de una red de computadoras. Esto hace posible empaquetarlo y enviarlo de la misma forma que se hace con los datos a través de la red LAN o incluso a través de Internet. En el nodo receptor, la voz en forma de paquetes, es desempacada y procesada para devolver la comunicación de voz al usuario.

El soporte de estas características sobre redes tan grandes como Internet, que además ofrece alcance mundial, ha posicionado esta tecnología como una de las principales opciones para abatir costos en llamadas de larga distancia.

Las funciones digitales de los teléfonos están integradas en esta tecnología (llamadas en espera, conferencia, identificador de llamadas) además de que permite aplicaciones de tipo CTI (Computer Telephony Integration, Integración de Telefonía por Computadora) con programas estándares para correo de voz, integración de agenda telefónica o cualquier aplicación estándar del mercado.

Más allá de la comunicación local, permite integrarse con aplicaciones de voz sobre IP para hacer llamadas por canales de datos hacia oficinas remotas.

1.13.2. Videoconferencia

La televisión, como medio de comunicación unidireccional, fue implementando los servicios de educación para impartir clases a distancia. Una de las principales desventajas de este sistema es su característica unidireccional, donde no puede haber retroalimentación simultánea por parte de los participantes; sin embargo, la amplia difusión que tiene la televisión además de su poder de penetración en las comunidades, lo hace atractivo para tratar de explotar nuevas capacidades.

Una vez más con la digitalización de la información para su proceso y transporte, se da oportunidad a los sistemas para transmitir video digitalizado a través de una infraestructura de transporte que pueda llevar voz, datos y video.

Un sistema de videoconferencia permite la comunicación entre dos o más entidades, cada una de ellas tiene una o varias cámaras y receptores de video, además de micrófonos y equipos de cómputo.

La señal de video que toma la cámara es procesada en una unidad especial, y es preparada para enviarse a través de alguna tecnología de transporte hacia las entidades remotas, donde se recibe la imagen y el audio con poco retardo y buena calidad de imagen.

Dentro de las aplicaciones más comunes de la videoconferencia están la educación a distancia a todos los niveles, la telemedicina y las juntas virtuales.

1.13.3. Video sobre demanda

Cuando se encuentra uno de viaje, es común hospedarse en hoteles que tienen servicio de “cine a la carta”, es decir, se solicita el servicio y se escoge la película que se desea ver, una vez activado el servicio, la película iniciará en el momento que el huésped lo desee. Esto es factible gracias a que es posible digitalizar y almacenar grandes cantidades de información, como las que compondrían una película con audio y video de calidad digital, La información mencionada es almacenada en equipos llamados servidores de alto rendimiento, los cuales proporcionan los archivos con las películas a todos los huéspedes que soliciten el servicio. Los servidores envían copias de los archivos hacia los cuartos de los huéspedes a través de una infraestructura de comunicaciones con tecnología de alta velocidad, la información es presentada en pantalla para deleite del huésped, más de un huésped puede estar viendo la misma película simultáneamente, sin embargo, la secuencia en la película para cada uno de los espectadores no es simultánea, pues cada huésped inicia la película en el momento que desee.

1.13.4. Videoconferencia al escritorio

El concepto de videoconferencia inicialmente estaba orientado a equipos que se usaban en salas o auditorios acondicionados para este fin, con la idea de optimizar recursos, dado que el equipo y la tecnología de servicio no era barato.

Conforme la tecnología avanza, se observa una tendencia a la disminución de costos y las mejoras continuas, ahora es posible llevar esta funcionalidad al escritorio usando como equipo terminal una equipo PC, con capacidades multimedia, depende del fabricante y el modelo; sin embargo, estos equipos permiten la interconexión de varios usuarios en la conferencia y a veces con capacidades de interconexión a través de redes de área amplia y con edición de documentos en línea.

1.14. Normas internacionales

Dentro de la red de telecomunicaciones es grande la variedad de diferentes tecnologías y equipos, los cuales se deben interconectar para ofrecer una variedad de servicios que cubran las necesidades de los usuarios. Para lograr esta interconexión, las diferentes piezas de equipos deben cumplir con alguna o algunas especificaciones, normas o estándares. Dentro del mundo de las telecomunicaciones existen varios organismos dedicados a la creación de normas en el ámbito internacional, destacando:

- La ITU (International Telecommunications Union, Unión Internacional de Telecomunicaciones), es la organización internacional para coordinar las redes de telecomunicaciones globales, alámbricas e inalámbricas.
- La ISO (International Standard Organization, Organización Internacional de Estándares), provee acceso a un catálogo de estándares.
- EL ANSI (American National Standards Institute, Instituto Nacional de Estándares Americano), administra al sector privado de EUA bajo un sistema de estandarización voluntario de la industria.
- El ETSI (European Telecommunications Standards Institute, Instituto de Telecomunicaciones de Estándares Europeo), es una organización no lucrativa cuya misión es producir los estándares de telecomunicaciones que serán utilizadas en toda Europa.
- La TIA (Telecommunications Industry Association, Asociación de la Industria de Telecomunicaciones) representa a la EIA (Electronic Industries Alliance, Alianza de las Industrias Electrónicas) en el sector de comunicaciones. Una subsidiaria de la TIA es la MMTA (Multimedia Telecommunications Association, Asociación de Telecomunicaciones Multimedia).
- El IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos), es una asociación no lucrativa profesional técnica de más de 350,000 miembros en 150 países. Ayuda al proceso de ingeniería creando, desarrollando, integrando, compartiendo y aplicando el conocimiento acerca de las tecnologías eléctricas e informáticas.
- El UMTS (Universal Mobile Telecommunications System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móvil) es un miembro de la familia global de la IMT-2000 de la ITU para los sistemas de comunicaciones móviles de la tercera generación.
- La IETF (Internet Engineering Task Force, Fuerza de Tarea de Ingeniería de Internet), es el grupo encargado de escribir los Estándares Técnicos para Internet, es decir que establece la pila de protocolos y conjunto de tecnologías para proveer a los usuarios la conexión a cualquier ambiente en los servicios de Internet.
- La FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents, Fundación para Agentes Físicos Inteligentes), es una organización no lucrativa registrada en Génova Suiza. El objetivo principal de la FIPA es promover el éxito del surgimiento de equipo, servicios y aplicaciones basadas en agentes informáticos.

- El foro ATM, es una organización no lucrativa internacional formada con el objetivo de acelerar el uso de los productos y servicios ATM. El foro ATM consiste de un comité técnico mundial, tres comités de *marketing* para Norte América, Europa y Asia-Pacífico y un comité en el cual participan los usuarios finales de ATM.
- La ATIS (Alliance for Telecommunications Industry Solutions, Alianza para Soluciones de la Industria de Telecomunicaciones), es una organización de estandarización de Norte América que dirige el desarrollo de los estándares de telecomunicaciones, provee las herramientas necesarias para que la industria identifique los estándares, directrices y procedimientos operativos que permitan la interoperabilidad de los productos y servicios posibles existentes y emergentes de telecomunicaciones.
- La IEC (International Electrotechnical Comisión, Comisión Internacional Electrotécnica), es un organismo internacional de estandarización y evaluación de acuerdos para todos los campos de la electrotecnología.
- El MSF (Multiservice Switching Forum, Foro Multiservicio de Switcheo) tiene como misión acelerar la explotación de los sistemas de comunicaciones abiertos que comprenden beneficios económicos, que resultan de un soporte flexible de todo el rango de servicios de la red utilizando una infraestructura de múltiples tecnologías.

Con los conceptos vistos en este capítulo nos permitirá comprender de una manera mas clara la estructura de la red de la DGSSS.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LA RED

En el presente capítulo se describirán las características y la estructura actual de la red de telecomunicaciones de la DGSSS.

2.1. Características y estructura de la red actual

En la actualidad la red de la DGSSS está basada en tecnología relativamente obsoleta. La red está conformada por un nodo central ubicado en la ciudad de México (Red Metropolitana) y cinco nodos principales (Red Nacional) que son: Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Monterrey y Tuxtla Gutiérrez.

La plataforma utilizada para voz cuenta con más de 4 años de vida, está soportada con equipo de la marca Ericsson principalmente. Adicionalmente existen otras marcas como NEC, Meridian y Taridan.

La plataforma utilizada en datos está basada casi en su totalidad con equipos de la marca Cisco Systems, no obstante, encontramos equipo de la marca 3Com. La red está perfectamente dividida en 2 redes, Red Metropolitana y Red Nacional.

Ambas redes cuentan con enlaces dedicados de baja capacidad (64kbps, 128kbps, 256kbps y 384kbps), enlaces E1 punto a punto y enlaces E1 punto-multipunto, formando de esta manera una red privada Frame Relay de voz y datos. En la figura 2.1 se muestra el diseño general de la red de telecomunicaciones de la DGSSS.

Entre los servicios más importantes que provee esta red a sus usuarios son: servicios de correo electrónico, internet corporativo, seguridad de la información, transferencia de archivos y procesamiento centralizado de sistemas de información.

2.2. Red Metropolitana

La red del área metropolitana cuenta con una distribución de equipos que está definida con base en la cantidad de usuarios y el tráfico generado por estos. Se optó por redes separadas para voz y datos en las unidades que tienen mayor demanda de servicios de telecomunicaciones (más de 200 usuarios), con el fin de garantizar la calidad de los servicios. Por otro lado, se optó por usar enlaces de baja capacidad para las unidades que requieren una demanda media a baja en servicios (de 200 usuarios o menos). En la tabla 2.1 se muestran los diferentes tipos de nodos que integran la red metropolitana, de acuerdo a la cantidad de usuarios, modelo de PBX y marca del equipo de datos.

Número	Nombre del nodo	Cantidad de usuarios	Tipo de nodo	Modelo de PBX	Marca del equipo de datos
1	Plaza de la República	Mas de 200	Central	MD 110	Cisco
2	Río Rhin	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
3	Fray Servando 1	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
4	Insurgentes	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
5	20 de Noviembre	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
6	San Fernando 547	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
7	San Fernando 12	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
8	Miguel Noreña	Mas de 200	Remoto	Meridian	Cisco
9	Fray Servando	Mas de 200	Remoto	Taridan	Cisco
10	Plaza de la República 1	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
11	Plaza de la República 2	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
12	Reforma 3	Mas de 200	Remoto	MD 110	Cisco
13	Delegación Norte	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
14	Delegación Sur	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
15	Delegación Poniente	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
16	Delegación Oriente	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
17	Toluca	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
18	Hidalgo	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
19	Tlaxcala	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
20	Puebla	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
21	Guerrero	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
22	Querétaro	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
23	Veracruz	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
24	Guanajuato	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
25	Morelos	200 o menos	Remoto	BP-250	Cisco
26	Hospital Darío F.	Mas de 200	Remoto	No tiene	Cisco
27	Hospital Adolfo L.	Mas de 200	Remoto	No tiene	Cisco
28	Hospital Fernando Q	Mas de 200	Remoto	No tiene	Cisco
29	Hospital Ignacio Z	Mas de 200	Remoto	No tiene	Cisco
30	Dinamarca	200 o menos	Remoto	NEC	Cisco

Tabla 2.1. Relación de nodos e infraestructura en la red metropolitana.

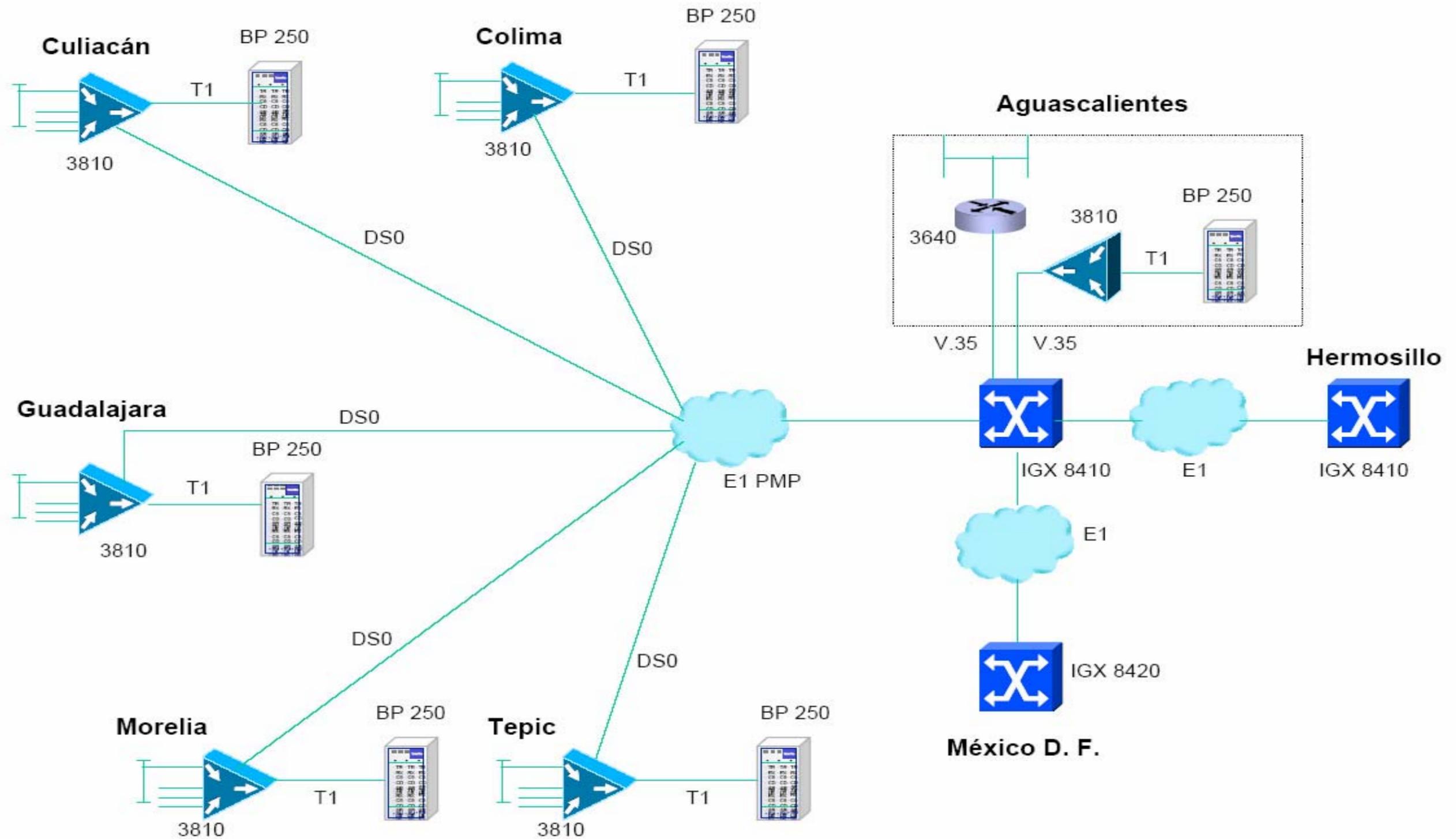


Figura 2.4. Conexiones del nodo Aguascalientes de la DGSSS.

En relación a la tabla anterior es importante mencionar que Plaza de la República 1, Plaza de la República 2 y Reforma 3, son nodos que se encuentran muy cerca del nodo central (menos de 200 metros), sin embargo, se consideran sin ninguna ingerencia administrativa directa del nodo central pero si dependientes de él. Hablando de la infraestructura, referente al medio de comunicación, la conexión es mediante cable coaxial.

En el caso de San Fernando 547, provee el servicio a san Fernando 12 a través de un enlace de fibra óptica; Fray Servando 1 se enlaza mediante cable coaxial con el equipo de Fray Servando en donde tenemos un PBX de la marca Taridan.

En el nodo remoto Miguel Noreña cuenta con un equipo PBX de la marca Meridian.

En la figura 2.2 se muestran las conexiones del nodo central hacia cada uno de los nodos remotos.

A la red metropolitana están integrados los nodos estatales más cercanos como son: Toluca, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Guerrero, Querétaro, Veracruz, Guanajuato y Morelos. Cada uno de estos nodos se integra a través de enlaces punto-multipunto al nodo central.

Los nodos que cuentan con menos de 200 usuarios utilizan un PBX modelo BP-250, que es otra forma de diferenciar nodos con mediana cantidad de usuarios. En el análisis de la red metropolitana de telecomunicaciones de la DGSSS encontramos 9 nodos en el área metropolitana y 9 nodos estatales pertenecientes a los estados más cercanos. Como caso especial, el nodo de Dinamarca cuenta con un PBX de la marca NEC y está considerado en este complemento. En el caso de los hospitales: Darío Fuentes, Adolfo López, Ignacio Zaragoza y Fernando Quintana no cuentan con equipo PBX pero si con equipo de datos que es como están integrados a esta red. La figura 2.3 ilustra la red que complementa la red metropolita de la DGSSS.

Se consideró para los nodos de la Red Nacional la misma configuración de hardware que los nodos estatales que pertenecen a la red metropolitana debido a la cantidad de usuarios que requieren servicios de voz y datos.

2.3. Red Nacional

La Red Nacional está distribuida en 5 nodos principales (Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Monterrey y Tuxtla Gutiérrez) que dan servicio a otros nodos llamados remotos. A continuación se enlistan tanto los nodos principales como los remotos, según están distribuidos.

Nodo principal Aguascalientes:

- Nodo remoto Colima

- Nodo remoto Culiacán
- Nodo remoto Guadalajara
- Nodo remoto Morelia
- Nodo remoto Tepic

Nodo principal Hermosillo:

- Nodo remoto Chihuahua
- Nodo remoto La Paz
- Nodo remoto Mexicali

Nodo Principal Mérida:

- Nodo remoto Campeche
- Nodo remoto Chetumal
- Nodo remoto Villahermosa

Nodo principal Monterrey:

- Nodo remoto Ciudad Victoria
- Nodo remoto Durango
- Nodo remoto Saltillo
- Nodo remoto San Luis Potosí
- Nodo remoto Zacatecas

Nodo principal Tuxtla Gutiérrez:

- Oaxaca

Los nodos principales tienen conectividad entre ellos y al nodo central mediante enlaces dedicados E1. Hacia los nodos remotos la conectividad es mediante enlaces dedicados de baja capacidad. En la tabla 2.2 se muestran los nodos estatales que forman la Red Nacional, así como los nodos principales.

La configuración de hardware de los nodos principales es la siguiente: un equipo conmutador Cisco IGX 8410, que tiene la función de enviar y recibir paquetes Frame Relay, además de recibir el medio de transmisión hacia los nodos principales y remotos (E1 y DS0 respectivamente); el Cisco 3640, equipo ruteador multiprotocolo, el cual recibe el tráfico de la red local y lo envía al resto de la red a través del conmutador IGX 8410, cabe señalar que en estos nodos la interconexión de voz se realiza con un equipo Cisco

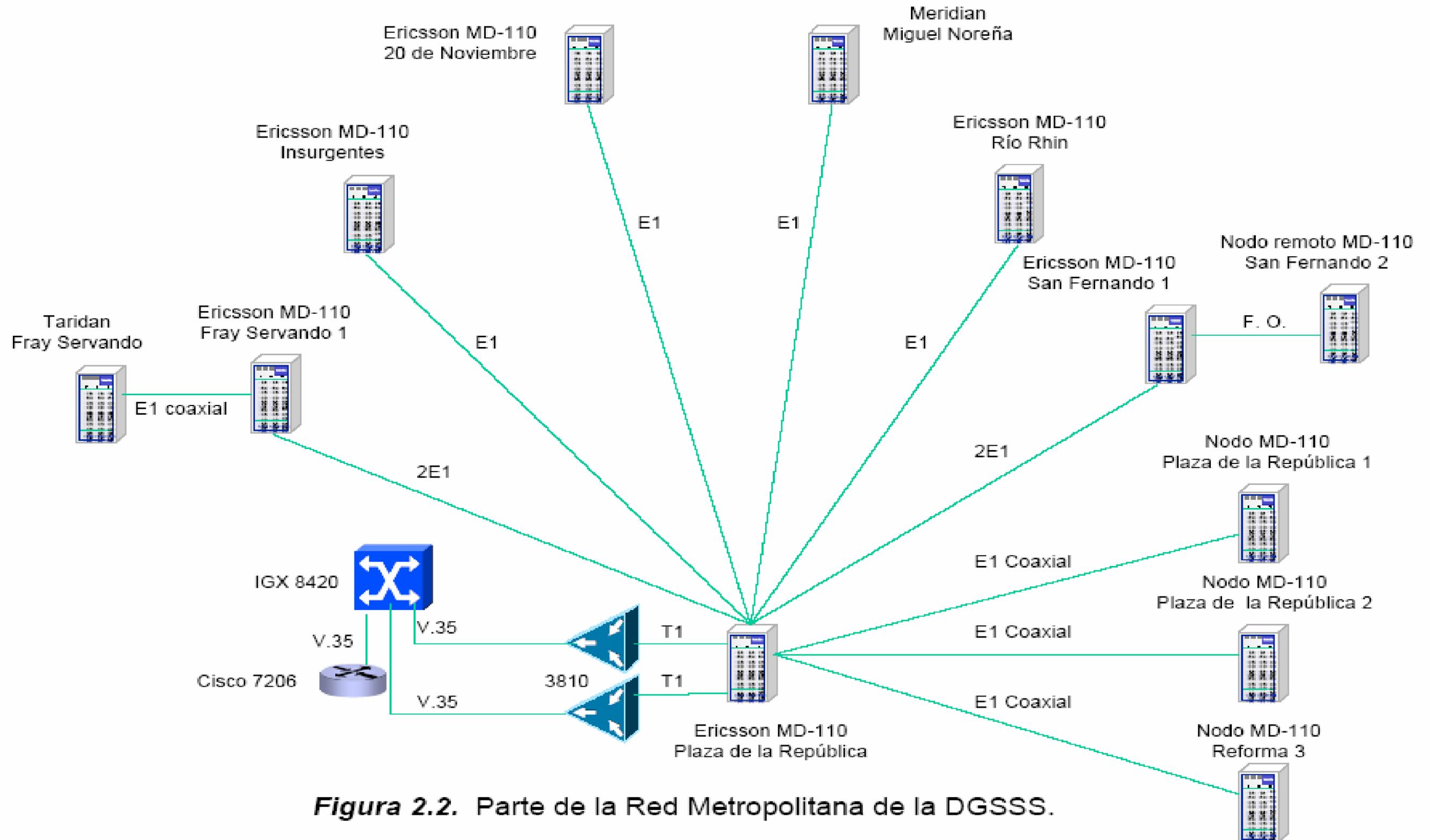


Figura 2.2. Parte de la Red Metropolitana de la DGSSS.

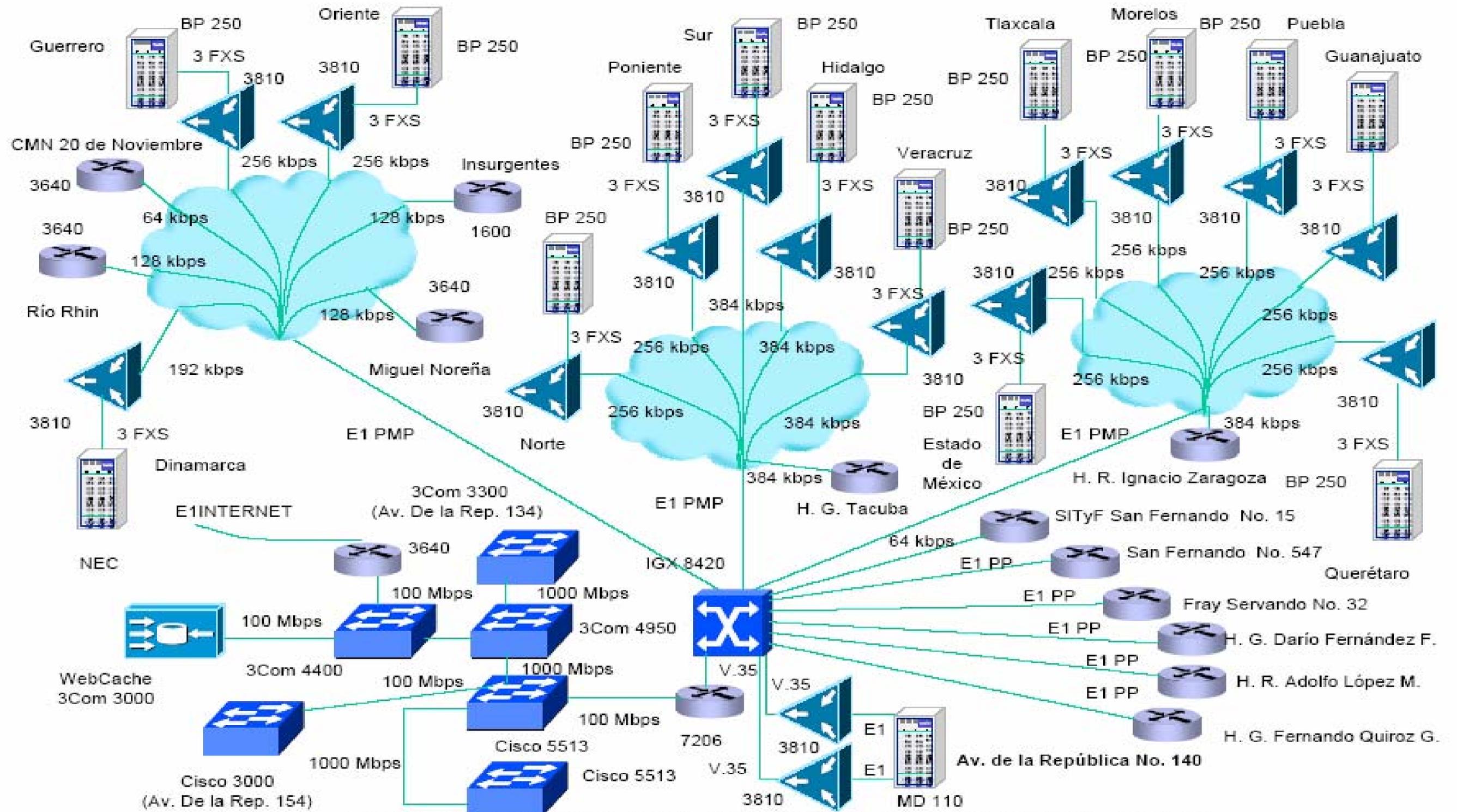


Figura 2.3. Complemento de la Red Metropolitana de la DGSSS.

3810, sin embargo, estos equipos no realizan ninguna función de enrutamiento para los datos de la red local por su limitada capacidad de procesamiento.

Número	Nombre del nodo	Cantidad de usuarios	Tipo de nodo	Modelo de pbx	Modelo de enrutador
1	SONORA	200 O MENOS	PRINCIPAL	BP-250	CISCO
2	CHIHUAHUA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
3	BAJA CALIFORNIA NORTE	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
4	BAJA CALIFORNIA SUR	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
5	MONTERREY	200 O MENOS	PRINCIPAL	BP-250	CISCO
6	CD. VICTORIA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
7	DURANGO	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
8	SALTILLO	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
9	SAN LUIS POTOSI	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
10	ZACATECAS	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
11	MERIDA	200 O MENOS	PRINCIPAL	BP-250	CISCO
12	VILLA HERMOSA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
13	CHETUMAL	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
14	CAMPECHE	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
15	TUXTLA GUTIERREZ	200 O MENOS	PRINCIPAL	BP-250	CISCO
16	OAXACA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
17	AGUASCALIENTES	200 O MENOS	PRINCIPAL	BP-250	CISCO
18	GUALAJARA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
19	COLIMA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
20	CULIACAN	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
21	TEPIC	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO
22	MORELIA	200 O MENOS	REMOTO	BP-250	CISCO

Tabla 2.2. Relación de nodos en la red nacional.

Por su parte, en los nodos remotos, el esquema de interconexión es mediante un ruteador multiservicio (voz y datos) Cisco 3810, que recibe el medio de transmisión y tiene la función de transmitir los datos de la red local; para la parte de voz se tiene una conexión T1 hacia el conmutador de voz.

A manera de ejemplo, presentamos la descripción particular de la configuración de un nodo principal y las conexiones hacia los nodos remotos, en este caso Aguascalientes con sus nodos remotos. En la figura 2.4 se muestran a detalle las conexiones del nodo principal a los nodos remotos.

El nodo principal ubicado en Aguascalientes cuenta en la parte de hardware con un equipo conmutador Cisco IGX 8410, un ruteador multiprotocolo Cisco 3640, un ruteador Cisco 3810 con capacidad de manejar voz/datos y un equipo conmutador de voz Ericsson BP-250.

La comunicación se realiza de la siguiente forma; el conmutador de voz está conectado al Cisco 3810 mediante un enlace T1, este ruteador es conectado con el Cisco IGX 8410 mediante una interfaz serial basada en el estándar V.35 de la UITT. Por la parte de datos se tiene un cisco 3640, que está conectado al Cisco IGX 8410 mediante una interfaz V.35.

El IGX 8410 es el dispositivo más importante del nodo principal, recibe 2 enlaces E1 provenientes por un lado del nodo principal de Hermosillo y por el otro lado del nodo

central ubicado en la ciudad de México, esta configuración establece redundancia en los enlaces. Adicionalmente se recibe la conexión de un enlace E1 PMP (punto-multipunto) proveniente de los nodos remotos ubicados en las ciudades de Colima, Culiacán, Guadalajara, Morelia y Tepic; el enlace E1 PMP es dividido en enlaces DS0 de diferentes capacidades.

Como ejemplo de la configuración de los nodos remotos tomaremos el correspondiente al nodo Colima. Este nodo está equipado con un ruteador Cisco 3810, que se encarga de recibir el enlace DS0 proveniente del nodo Aguascalientes, provee los servicios de datos de la red local y la conexión con el conmutador BP-250 para los servicios de voz mediante una interfaz T1.

Esta configuración es la misma para cada uno de los nodos remotos que pertenecen a este nodo principal.

Con la información obtenida de la red existente tenemos los elementos para realizar el diseño de la nueva red en donde se contemplaran las necesidades de interconexión entre las redes Metropolitana y Nacional.

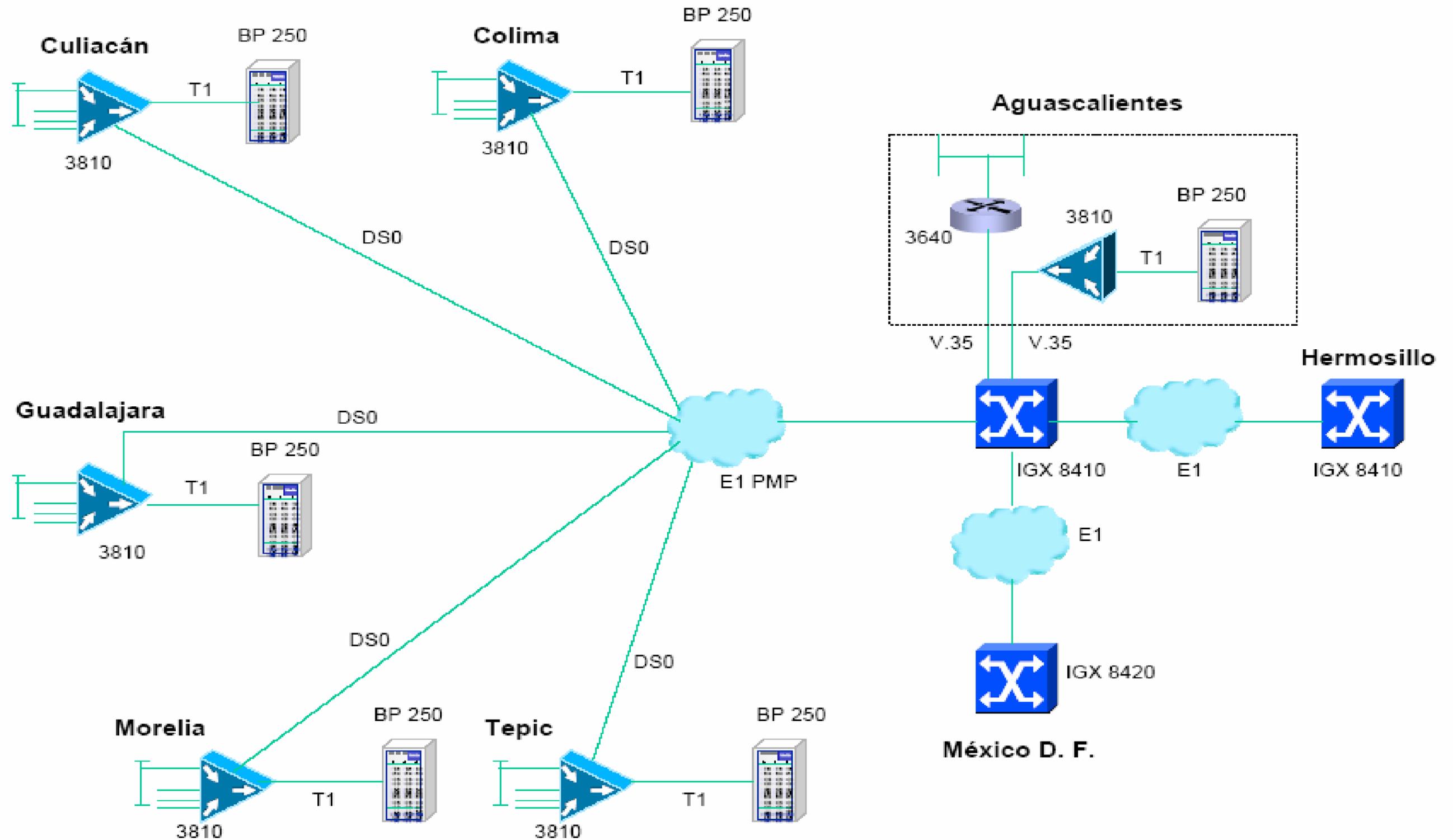


Figura 2.4. Conexiones del nodo Aguascalientes de la DGSSS.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA NUEVA RED

Después de haber analizado y revisado el funcionamiento de la red de la DGSSS, se presentan las diferentes necesidades de interconexión entre las Redes Nacional y Metropolitana. Se revisarán las necesidades de ancho de banda que requieren los sitios y se hará una comparación de los gastos en los que se incurriría al presentar las diferentes alternativas tecnológicas que se pueden implementar, sin olvidar los aspectos técnicos que se involucren para obtener la mejor relación costo/beneficio para la DGSSS, tomando en cuenta el número de usuarios, la distancia entre nodos y las facilidades que los usuarios requieren.

3.1. Diferentes necesidades de interconexión

Con el análisis de la red realizado en el capítulo anterior, concluimos que dos de los más grandes riesgos de operación son la obsolescencia de los equipos Cisco IGX 8420, IGX8410 y 3810, que han sido descontinuados, y en segunda instancia, los anchos de banda son insuficientes para las nuevas aplicaciones y para el número de usuarios que se conectan a través de ellos. La demanda de nuevos servicios (videoconferencia y nuevos sistemas administrativos) y el requerimiento de contar con una red de telefonía con

servicios más avanzados (identificador de llamadas, conferencia, etc.) agudizan el problema de ancho de banda. Todo esto se tiene que solventar de manera que el usuario final tenga la impresión que es una sola red homogénea, aunque se requieran diferentes soluciones tecnológicas para cumplir con estas expectativas.

3.1.1. Red Metropolitana contra Red Nacional

Como se ha mencionado, se han utilizado diferentes alternativas tecnológicas para interconectar los nodos de la red, por las diferentes situaciones que se presentan y debido a diversos factores, de entre los cuales se pueden mencionar como los más importantes los siguientes:

- Localización geográfica con respecto a las oficinas principales (Plaza de la Republica, México D. F.)
- Número de usuarios a interconectar
- Servicios requeridos (videoconferencia, telefonía, datos)
- Preferencia y conocimiento del personal de tecnología de información de las tecnologías propuestas.

Las soluciones de interconexión variaron entre la Red Metropolitana y la Nacional, debido principalmente a la distancia geográfica entre ellos y a la tecnología disponible en ese entonces (1999), por lo cual, junto con las necesidades que se tenían, se optó por la alternativa de los enlaces arrendados en toda la red, utilizando en el área metropolitana redes WAN separadas para datos y voz (sin compresión).

A nivel nacional se optó por crear, con infraestructura propia, una red Frame Relay privada que permitiera el transporte de voz y datos mezclados con niveles de servicio controlados sobre enlaces E1 arrendados. La infraestructura privada Frame Relay en la Red Nacional permitió optimizar los enlaces existentes para poder sacar el mayor beneficio de éstos, dado los elevados costos de arrendamiento de los enlaces digitales.

En estos tiempos las soluciones basadas en enlaces dedicados arrendados ya han sido rebasadas por nuevas tecnologías como lo son: redes públicas de conmutación de paquetes o celdas, y tecnología inalámbrica. La reducción de costos asociados a la infraestructura y rentas sobre los servicios, y las aplicaciones llamadas de “Convergencia” dan nuevas alternativas para obtener relaciones costo/beneficio más altas.

En la figura 3.1 se muestra una gráfica comparativa sobre las tecnologías de transporte que se pueden utilizar, tomando en cuenta anchos de banda y alcance geográfico.

Se puede observar que dadas las similitudes en cuanto a distancia y cantidad de usuarios que existen en los nodos del área Metropolitana, se perfilan como alternativas de solución, ATM, Microondas, IP/VPN (Virtual Private Networks, Redes Virtuales Privadas), Frame Relay, enlaces privados dedicados y en lugares más cercanos al nodo central, tecnologías LAN. En cuanto a la Red Nacional, se observa que es más pequeño el

abanico de posibilidades, dado las distancias geográficas entre los sitios, lo cual sólo deja como alternativas, Frame Relay, enlaces privados, IP/VPN y ATM.

Con estos datos, se concluye que es correcto el primer criterio que se tomó para implementar la red de la DGSSS, que propone crear dos redes con tecnologías de transporte diferentes para solucionar la interconexión entre los sitios de la Red Metropolitana en comparación con la Red Nacional. La elección y los factores que alteran la decisión sobre la tecnología para implementar la nueva red se analizarán a continuación.

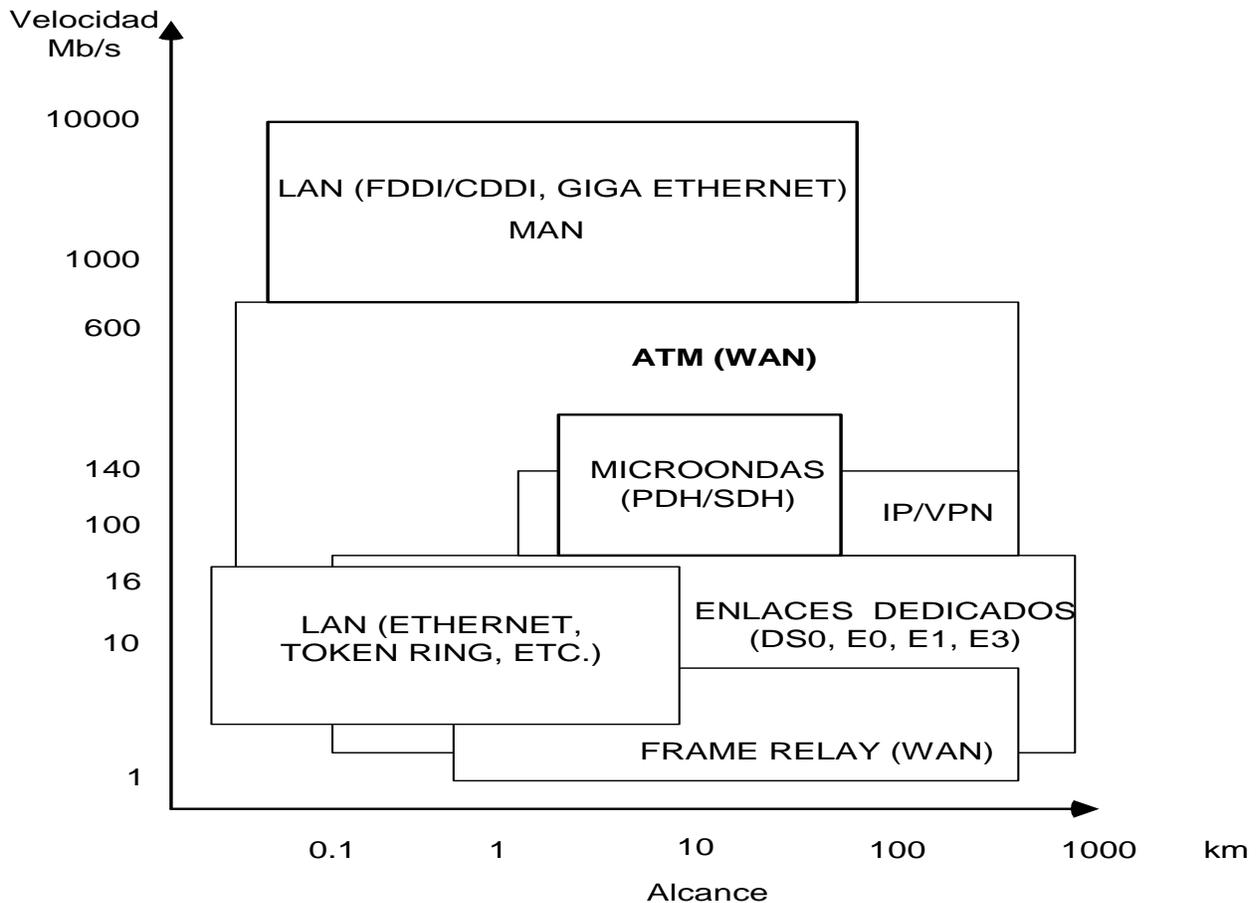


Figura 3.1. Comparativo de tecnologías de transporte.

3.1.2. Elección de la tecnología de transporte

El planear y diseñar una red involucra muchos aspectos, entre los más importantes podemos mencionar:

- El rendimiento requerido por las aplicaciones que se requieran implementar en la red.

- Los detalles técnicos que se presenten debido ha: las regulaciones existentes, la efectividad de las tecnologías que se consideren y la disponibilidad de éstas en la localidad en cuestión.
- El costo de la infraestructura, combinada con el costo de propiedad o de renta del medio de transmisión o del canal lógico de comunicación.

En el capítulo de conceptos básicos se han comentado los requerimientos de anchos de banda y de desempeño de algunas aplicaciones típicas en una red multiservicios, por lo cual no se detallarán más, sólo se mencionará que las aplicaciones que se requieren en la red de la DGSSS son telefonía, videoconferencia, internet y replicasiones de base de datos. Lo que si se desarrollará con mayor detalle, para fundamentar una decisión sobre la tecnología a emplearse, son los últimos dos puntos, que son muy importantes para la toma de decisiones sobre la tecnología que se pretende implementar.

3.1.3. Elección de tecnología en la Red Metropolitana

Como se comento anteriormente, en la Red Metropolitana, dado las características de alcance geográfico, las tecnologías candidatas para usarse en la Red Metropolitana son:

- Enlaces dedicados
- ATM
- Microondas
- Frame Relay
- IP/VPN
- Gigabit Ethernet (MAN)

De estos, podemos descartar a Gigabit Ethernet, dado que no existe un proveedor que ofrezca este tipo de interconexión y no sería factible hacerlo con infraestructura propia, por que no se tienen derechos de paso por las calles de la ciudad para realizar la instalación de postes, registros, etc.; que se requieren para la instalación de fibra óptica.

De entre los detalles técnicos que se requieren cumplir para la interconexión de los diferentes sitios de la Red Metropolitana, el más importante es el ancho de banda. Como se mencionó en el capítulo anterior, esta red se compone de enlaces E1 separados de voz y datos, lo cual ya es insuficiente en estos momentos y con la adición de nuevos servicios, como la videoconferencia, el aumento de contenido multimedia en Internet y la actualización tecnológica de los equipos de los usuarios y servidores, se requiere considerar, cuando menos, enlaces E2 o similares. La DGSSS, entre sus políticas, requiere y siempre especifica soluciones basadas en estándares abiertos y con niveles de seguridad, por lo que soluciones propietarias y con seguridad comprometida no se consideraran en este análisis.

Analizando la oferta de equipos y de servicios de interconexión en México la oferta se reduce a enlaces tipo E3.

Ya que en un enlace E3 es posible transmitir una gran cantidad de tráfico, es muy recomendable que se opte por una tecnología de convergencia que permita usar y controlar esa capacidad para optimizar la operación del enlace y proveer los requerimientos de transmisión de las diferentes aplicaciones. De esta forma, ATM emerge como una alternativa natural sobre IP y Frame Relay, por sus características y concepción del protocolo para soportar de manera nativa las aplicaciones requeridas en la Red Metropolitana de la DGSSS, de manera que los equipos terminales en la Red Metropolitana deberán estar basados en ATM.

La segunda parte de la elección se refiere a la efectividad económica de la solución a implementar. En general, para cualquier tipo de diseño e implementación de una red WAN, se reduce a tres opciones a saber, enlaces privados, dedicados ó compartidos:

- **Enlaces Privados:** una red privada usa sistemas de transmisión (enlaces) privados para conectar redes LAN. Cuando se usan enlaces privados el dueño de la red debe adquirir, configurar, administrar y mantener la conectividad física entre los equipos terminales que interconectan a los diferentes sitios de la Red WAN. Esto hace este tipo de enlaces caros de construir, consumen mucho tiempo para el mantenimiento y son difíciles de adaptar en cuanto se requiera resolver nuevas necesidades. Las ventajas de este tipo de enlaces WAN son su alto nivel de seguridad y de calidad de transmisión.
- **Enlaces Dedicados:** un enlace dedicado usa ancho de banda arrendado a un tercero, una compañía de telecomunicaciones (*carrier*) con equipo terminal, ya sea propio o rentado. Se debe pagar por el ancho de banda contratado, ya sea usado o no, y sus costos de operación tienden a ser altos.
- **Enlaces Compartidos:** en enlaces compartidos, el ancho de banda se “comparte” entre varios usuarios. El *carrier* ofrece una variedad de circuitos o de redes de conmutación de paquetes para transmitir el tráfico de los usuarios. El usar estos servicios involucra un compromiso entre costo, desempeño y seguridad (ejemplos: Frame Relay público, ATM público, IP, etc.)

Tomando en cuenta el criterio que se usa en la DGSSS, las alternativas que se deberán analizar para definir la tecnología a implementarse en la Red Metropolitana son Enlaces Privados y Enlaces Dedicados.

3.1.4. Análisis de costos entre enlaces

Enlaces Privados

Anteriormente se menciona el tema de la factibilidad técnica para construir una infraestructura de interconexión propia. Se ha definido su capacidad mínima de transmisión en tasas de E3. Se ha descartado la fibra óptica por los derechos de paso que se requieren, lo cual deja como única alternativa para construir esta infraestructura radios de microondas.

Los costos por equipo de transmisión pueden variar. En el caso de los radios por las características de disponibilidad, que puede incluir desde unidades interiores y radios redundantes, hasta sistemas totalmente protegidos, en donde una sola unidad de conmutación controla hasta dos sistemas de radios completos por sitio (antenas, transmisores y unidad de banda base) para que en caso de falla de un sistema, el redundante asume la operación del enlace. Para cuestiones de análisis, se tomará como ejemplo un sistema básico, lo cual se conoce como sistema 1+0 (sin redundancia de ningún tipo). Como frecuencia de operación se elige la banda de los 23 GHz, debido a que los equipos que operan en esta banda son los más económicos del mercado.

En México las bandas de transmisión para enlaces privados se encuentran concesionadas a diferentes empresas, las cuales subarrendan el espectro radioeléctrico concesionado a particulares que requieran espacio en diferentes bandas de frecuencias (7 GHz, 15 GHz y 23 GHz), únicamente para enlaces punto a punto privados. Este es un costo adicional al del equipo que se pretende implementar. La tabla 3.1 resume los costos de arrendamiento del espectro radioeléctrico en el área metropolitana de la ciudad de México.

Proveedor	Banda (GHz)	Cargo inicial	Renta mensual	Costo en el primer año	Costo en los años subsecuentes
Axtel	23	\$ 19,000.00	\$ 90,440.00	\$1,104,280.00	\$ 1,085,280.00
Avantel	23	\$ 19,000.00	\$ 90,440.00	\$1,104,280.00	\$ 1,085,280.00
IUSACELL	23	\$ 50,000.00	\$ 45,000.00	\$ 590,000.00	\$ 540,000.00
Maxcom	23	\$ 50,000.00	\$ 44,996.00	\$ 589,952.00	\$ 539,952.00

Tabla 3.1. Costos de arrendamiento de espectro radioeléctrico.

También se requieren adecuaciones civiles y eléctricas en los sitios, que pueden ir desde un mástil de hierro de 3 a 5 m de altura hasta torres de alturas de 30 m o más, con sistemas de protección contra descargas eléctricas (pararrayos y tierra física). Por otra parte, los tiempos de implementación de un enlace de microondas, incluyendo adecuaciones de tipo civil, como torres y mástiles, es relativamente rápido (de una a dos semanas), lo cual acorta el tiempo de retorno de inversión.

Un sistema típico de microondas requiere de estudios de factibilidad que aseguren su correcta operación en todas las estaciones del año, incluyendo las de mayor precipitación pluvial.

A continuación se presenta un estudio de factibilidad de línea de vista sólo para uno de los enlaces de los 6 previstos, debido a que es el mismo concepto para cada uno de ellos.

Los estudios de factibilidad mencionados se realizan con la ayuda de programas de cómputo automatizados, que generan los cálculos y gráficas necesarias para el diseño y realización exitosa de enlaces de microondas. Se comentarán cada una de las gráficas y resultados de los cálculos obtenidos y la utilidad de estos.

Un perfil de microondas se compone de 6 partes principalmente:

- Gráfica poligonal
- Datos del terreno
- Perfil del enlace
- Multi-trayectoria
- Gráfica del desempeño de la antena
- Hoja de cálculos y conclusiones

A manera de ejemplo a continuación veremos el estudio de factibilidad del enlace entre Plaza de la República y el Hospital 20 de Noviembre.

Gráfica Poligonal

La gráfica poligonal, figura 3.2, muestra la ubicación geográfica en la ciudad de México, de los dos sitios bajo estudio en cuestión. Indica las coordenadas generales dentro de las cuales se localizan los sitios del sistema de comunicaciones y la inclinación del enlace conforme a los cuatro puntos cardinales, así como los nombres de los sitios implicados en este sistema. Normalmente, sobre esta gráfica se sobrepone un croquis o mapa topográfico del área en cuestión, para facilidad de estudio y consulta.

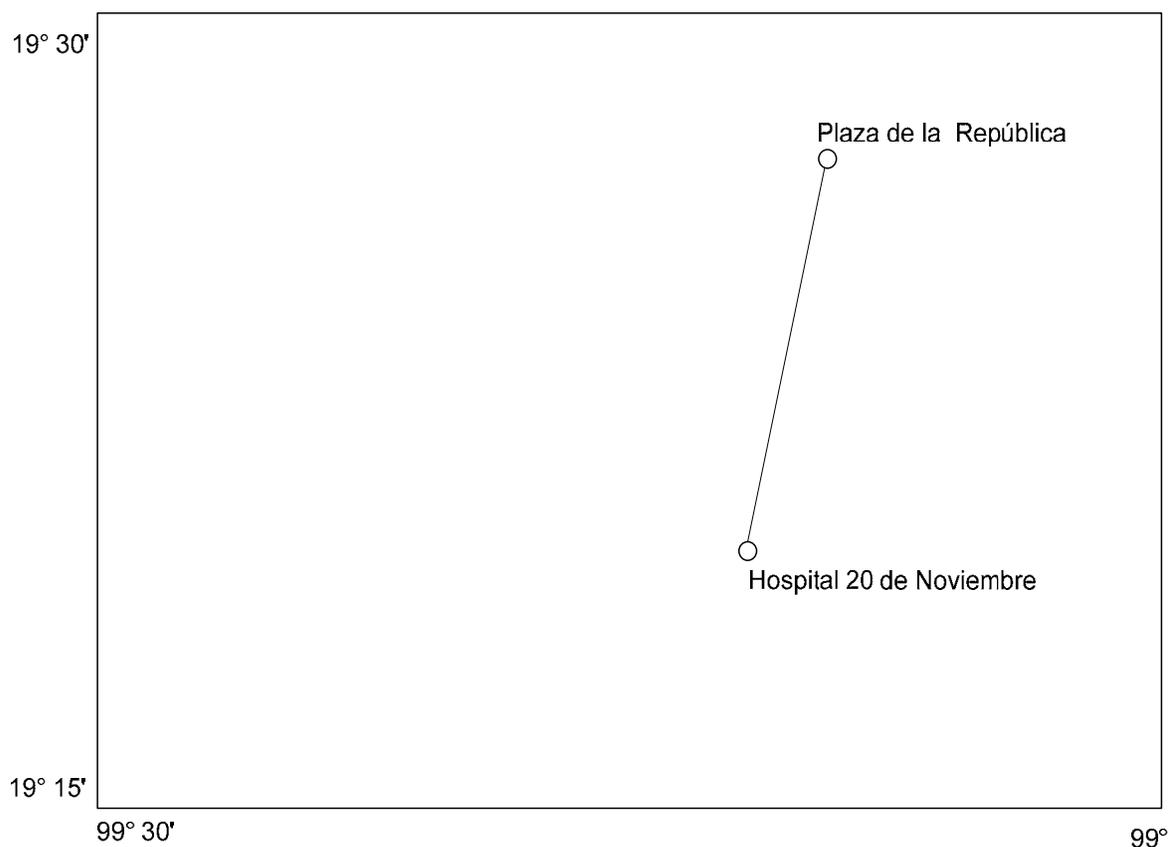


Figura 3.2. Gráfica poligonal.

Datos del terreno

Los datos del terreno, se muestran en una hoja en donde destaca la siguiente información: nombre, coordenadas código de estación, localización, distancias calculadas y de perfil, el tipo de dato para elipsoide o curvatura de la tierra y la elevación de ambas estaciones.

También se enlistan las distancias de enlace a cada 100 m y el nivel ascendente o descendente, según sea el caso, de altura sobre el nivel del mar.

Así mismo, la distancia de estructuras a lo largo de la trayectoria, mostrando si obstruyen o no para el sistema. Al calce de la hoja se muestran las abreviaturas del tipo de terreno y de estructura que pudiera existir a lo largo del trayecto.

En la tabla 3.2 presentamos el resumen de los datos obtenidos para el enlace en cuestión.

Datos del terreno enlace Plaza de la República – Hospital. 20 de Noviembre							
		Plaza de la República	Hospital. 20 de Noviembre				
Sigla		pr	h20				
Código de Estación		plaza	hospital 20				
Estado / Provincia		D.F.	D.F.				
Código de Propietario		DGSSS	DGSSS				
Latitud		19 26 07.20 N	19 20 24.20 N				
Longitud		099 09 07.10 W	099 10 17.10 W				
Azimuth Verdadero (°)		190.96	10.96				
Distancia Calculada (km)		10.74					
Distancia del Perfil (km)		10.74					
Elipsoide		South American 1969					
Zona UTM		14N	14N				
Easting (km)		484.047	481.995				
Northing (km)		2149.012	2138.471				
Elevación (m)		2222.4	2252.8				
Dist (km)		Elev (m)	Estructura (m)	Elev	Dist (km)	Elev (m)	Estructura (m)
0		2222.4		TP	5.5	2231.5	
0.1		2222.6		TP	5.6	2231.6	
0.2		2222.7		TP	5.7	2231.8	17 B
0.3		2222.9		TP	5.8	2232	

Tabla 3.2. Datos del terreno. (Continúa)

0.4	2223	21 B	TP	5.9	2232.2		TP
0.5	2223.2		TP	6	2232.4		TP
0.6	2223.4		TP	6.1	2232.6		TP
0.7	2223.6		TP	6.2	2232.8		TP
0.8	2223.6		TP	6.3	2232.9		TP
0.9	2223.7		TP	6.4	2233.3		TP
1	2223.8		TP	6.5	2233.7		TP
1.1	2223.9		TP	6.6	2234.1		TP
1.2	2224	13 B	TP	6.7	2234.4		TP
1.3	2224.1		TP	6.8	2234.8		TP
1.4	2224.3		TP	6.9	2235.2	12 B	TP
1.5	2224.4		TP	7	2235.6		TP
1.6	2224.6		TP	7.1	2235.9		TP
1.7	2224.7		TP	7.2	2236.3		TP
1.8	2224.9		TP	7.3	2236.7		TP
1.9	2225	15 B	TP	7.4	2237.1		TP
2	2225.1		TP	7.5	2237.6	18 B	TP
2.1	2225.3		TP	7.6	2238.1		TP
2.2	2225.4		TP	7.7	2238.6		TP
2.3	2225.5		TP	7.8	2239.1		TP
2.4	2225.6		TP	7.9	2239.6		TP
2.5	2225.7		TP	8	2240.1		TP
2.6	2225.8		TP	8.1	2240.6	8 B	TP
2.7	2225.9	21 B	TP	8.2	2241.1		TP
2.8	2226.1		TP	8.3	2241.6		TP
2.9	2226.2		TP	8.4	2242.1		TP
3	2226.3		TP	8.5	2242.6		TP
3.1	2226.5		TP	8.6	2243.1		TP
3.2	2226.6		TP	8.7	2243.6	7 B	TP
3.3	2226.7		TP	8.8	2244.1		TP
3.4	2226.9		TP	8.9	2244.7		TP
3.5	2227		TP	9	2245.2		TP
3.6	2227.2	18 B	TP	9.1	2245.7		TP
3.7	2227.4		TP	9.2	2246		TP
3.8	2227.5		TP	9.3	2246.1	8 B	TP
3.9	2227.7		TP	9.4	2246.2		TP
4	2227.9		TP	9.5	2246.2		TP
4.1	2228.2		TP	9.6	2246.3		TP
4.2	2228.4		TP	9.7	2246.3		TP
4.3	2228.6		TP	9.8	2246.3		TP
4.4	2228.8	7 B	TP	9.9	2246.3		TP
4.5	2229		TP	10	2246.4		TP

Tabla 3.2. Datos del terreno. (Continúa)

4.6	2229.3		TP	10.1	2246.4		TP
4.7	2229.5		TP	10.2	2247.4		TP
4.8	2229.7		TP	10.3	2248.3	7 B	TP
4.9	2230		TP	10.4	2249.3		TP
5	2230.2		TP	10.5	2250.3		TP
5.1	2230.5	15 B	TP	10.6	2251.3		TP
5.2	2230.8		TP	10.7	2252.4		TP
5.3	2231		TP	10.74	2252.8		TP
5.4	2231.3		TP				
Elevación del Suelo - AMSL, Altura de Antena y Estructura - AGL							
Tipo de Terreno							
PB - Pobre, TP - Promedio, TB - Bueno, AF - Agua Fresca, AS - Agua Salada							
Tipo de Estructura							
A - Árbol, E - Edificio, TA - Torre de Agua							
RI - rango inicial, RF - rango final, FT - fuera de trayectoria							

Tabla 3.2. Datos del terreno.

Perfil del enlace

El perfil del enlace se muestra de manera gráfica y en él se presenta la factibilidad del enlace de comunicación. Para el caso que se está analizando, se considera la trayectoria entre los puntos conocidos como Plaza de la República y Hospital 20 de Noviembre, figura 3.3.

El gráfico en su parte vertical indica la altura en metros sobre el nivel del mar, así mismo se observa en la primera línea recta la trayectoria del enlace de comunicaciones del sistema.

En la segunda línea que es curva se visualiza la zona de fresnel, la cual indica la caída máxima de señal del enlace de comunicaciones dentro de la trayectoria.

Dentro de los niveles de curvas de nivel se muestran estructuras, edificios que se encuentran intermedio del enlace pero que no interfieren en la trayectoria y desempeño del sistema.

En la parte horizontal del gráfico se observa, en secciones, la distancia del enlace dividido por kilómetros a lo largo de toda la trayectoria.

En los recuadros inferiores se encuentran las descripciones geográficas de los dos sitios, los cuales cuentan con coordenadas geográficas, nombre de los sitios, altura del sitio a nivel del mar, altura de colocación de las antenas y el ángulo de orientación para el enlace.

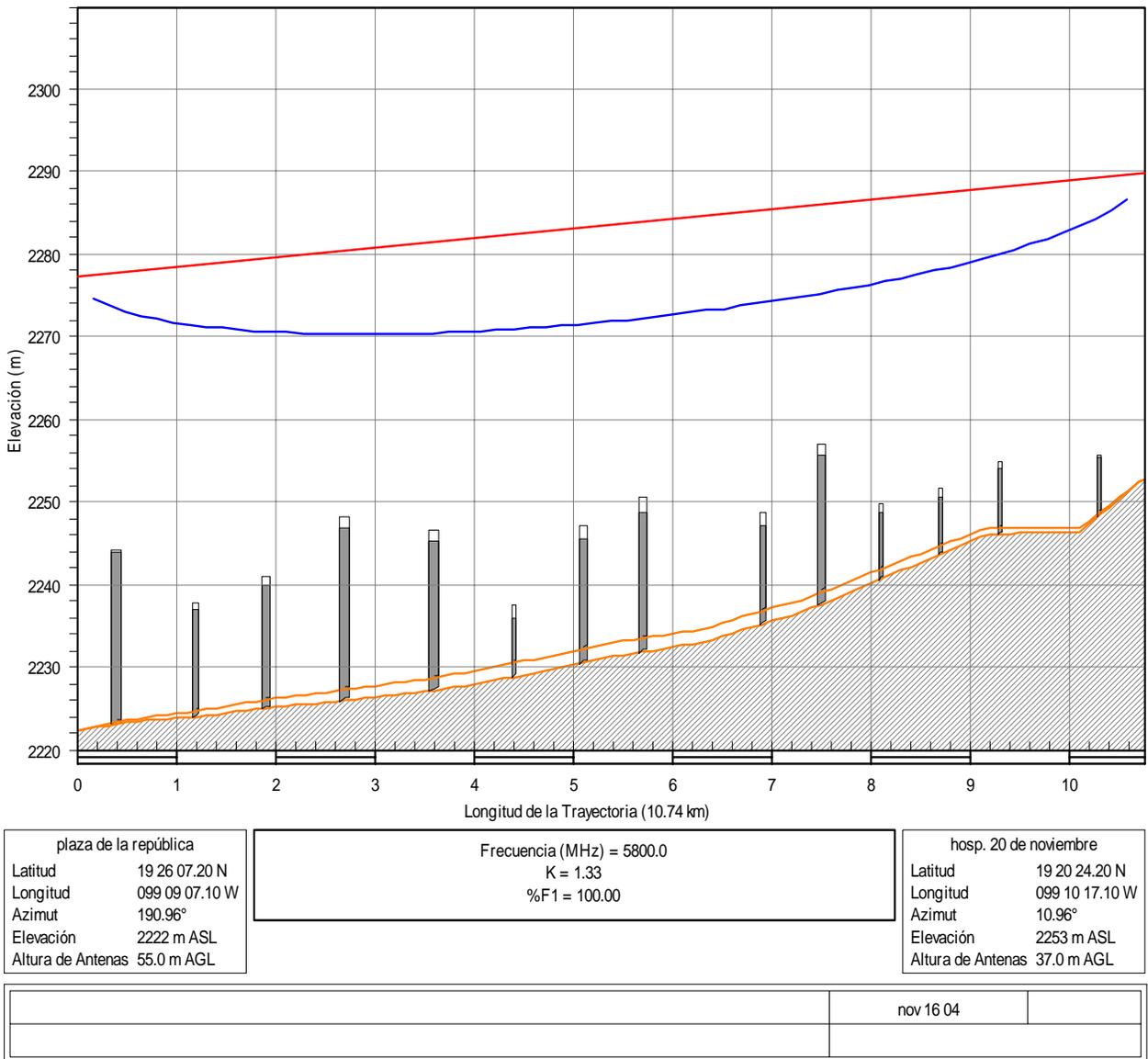


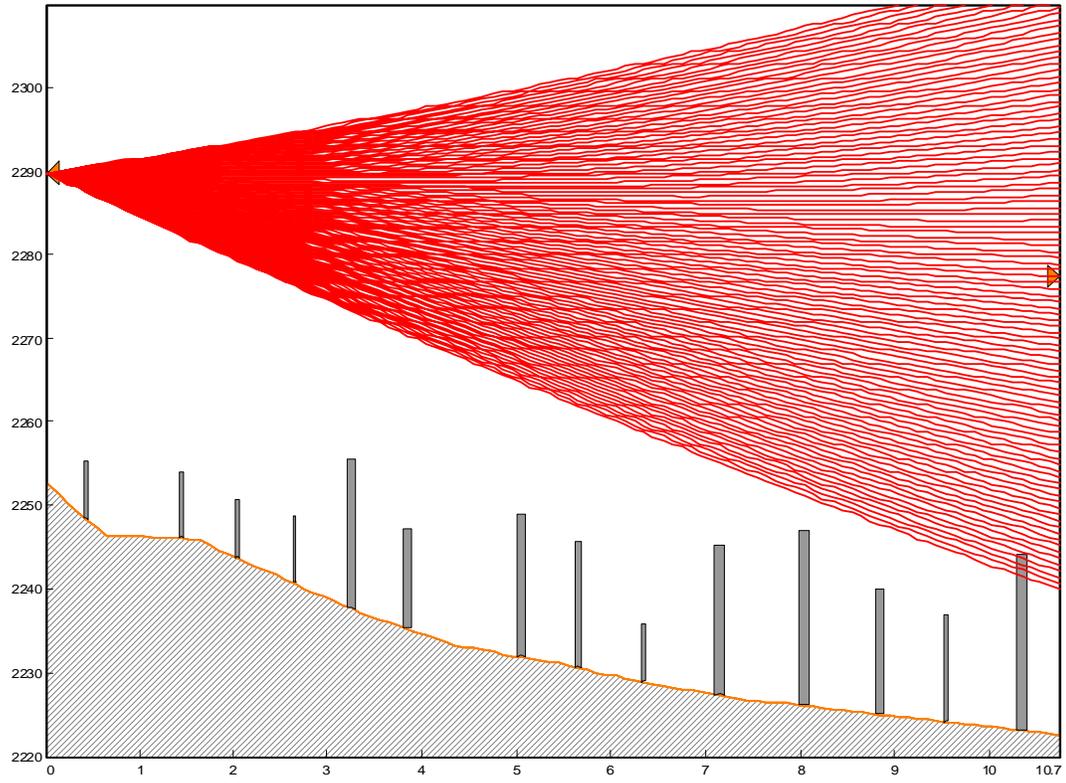
Figura 3.3. Perfil del enlace.

Multi-trayectoria

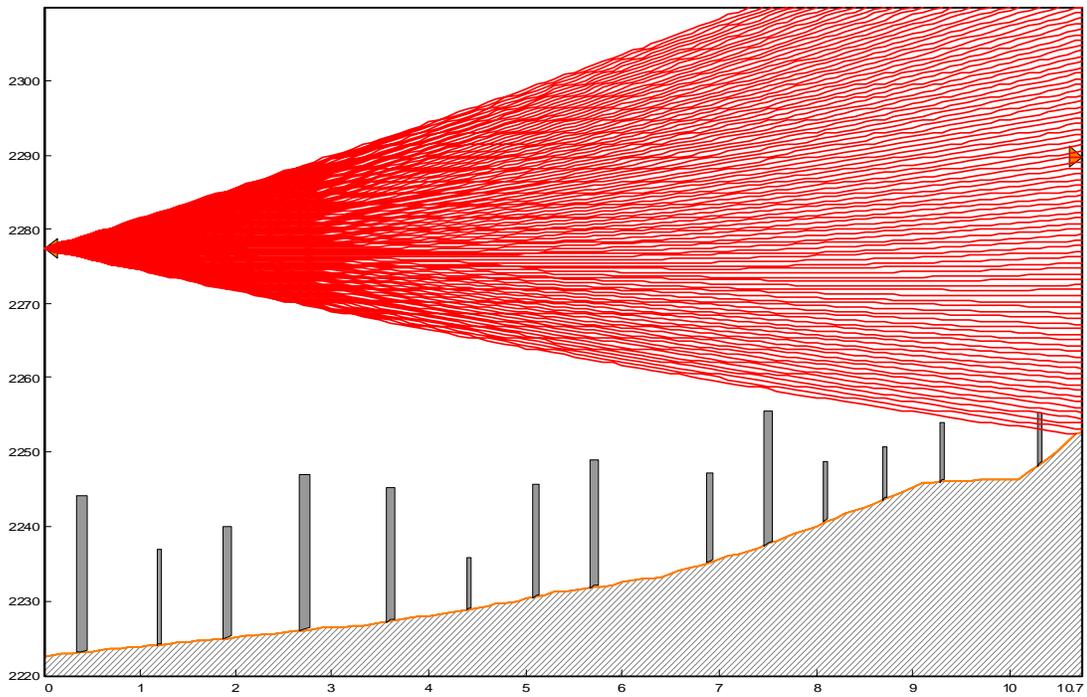
Las gráficas de la figura 3.4 a y b contienen el punto de inicio o salida de la señal que emiten los equipos en su parte de transmisión y el ángulo de apertura de la señal que va del punto de inicio hasta el punto de recepción.

También muestran que en el trayecto existen estructuras, las cuales no interfieren en la trayectoria de las comunicaciones, ni existe algún punto de reflexión o rebote de señal dentro de estas estructuras.

Los puntos de inicio de envío de la señal están a la altura que se realiza el cálculo, el cual es mostrado en la parte vertical de cada gráfica y se indica en metros sobre el nivel del mar.



(a)



(b)

Figura 3.4. Multi-trayectoria de un sitio, (a) y (b).

Desempeño de la antena propuesta para el sistema

En la figura 3.5 se visualiza el desempeño de la antena conforme a los parámetros de diseño de la misma, para los cuales también son considerados: el ángulo de apertura de antena, la frecuencia de trabajo y la ganancia de ésta, mostrando hasta que punto de ganancia del sistema se comienza con la pérdida o con menor desempeño en el sistema.

Hoja de cálculo

En la tabla 3.3, se encuentran los datos de localización de cada uno de los sitios en cuestión (coordenadas geográficas), azimuth (orientación horizontal), ángulo vertical para orientar el sistema, tipo o diámetro de antena, así como la ganancia y alturas necesarias en cada uno de los sitios, la frecuencia de trabajo del equipo de radio, la polarización necesaria para mejor desempeño, las distancias y los parámetros necesarios para un óptimo desempeño del equipo, los parámetros de trabajo de éste.

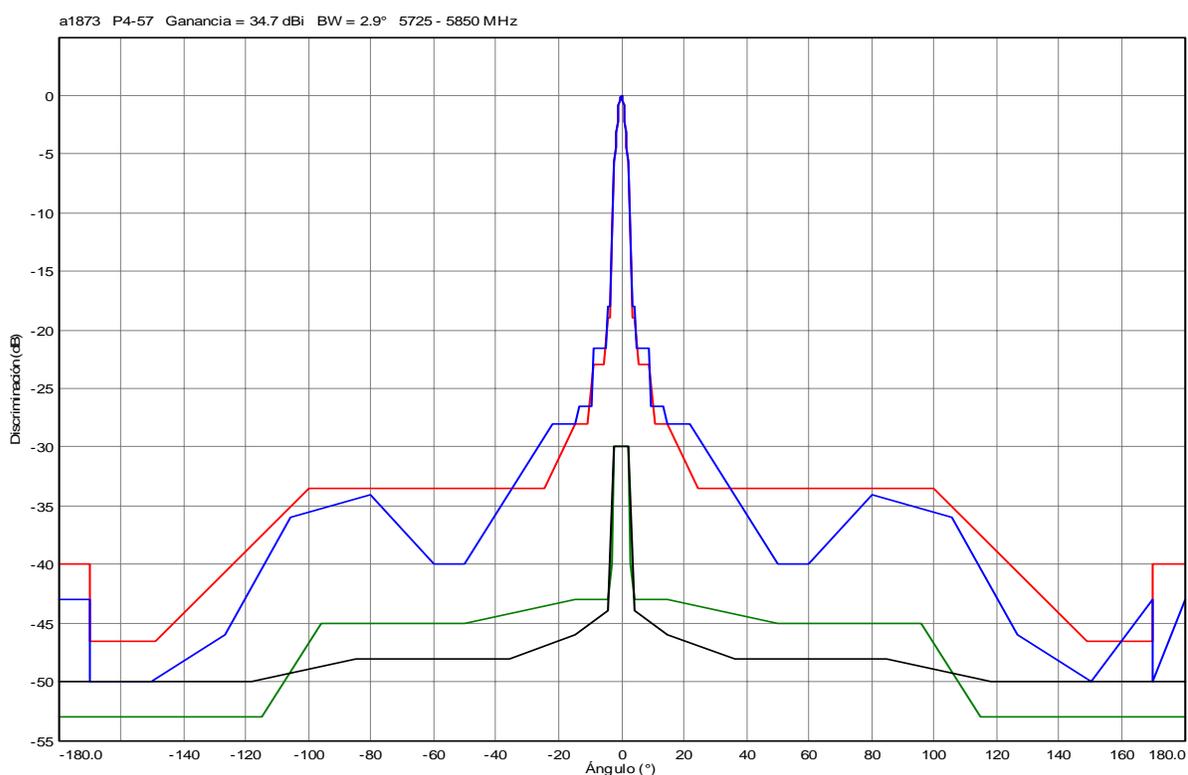


Figura 3.5. Desempeño de la antena.

En la hoja de cálculo también se incluyen los porcentajes de factores climáticos y de terreno que influyen en el desempeño del sistema de comunicaciones, los cuales son necesarios en el cálculo conforme a la distancia del trayecto.

En la parte final de esta hoja se muestran los porcentajes de servicio, los cuales vienen dados en porcentajes y además se presenta la factibilidad del enlace.

Dependiendo de los resultados plasmados en esta hoja, se determina si los equipos considerados en este cálculo cumplen con las necesidades o parámetros mínimos para el buen funcionamiento del enlace.

Plaza de la República - Hospital 20 de Noviembre PL4	Plaza de la República	Hospital 20 de Noviembre
Elevación (m)	2222.40	2252.80
Latitud	19 26 07 .20 N	19 20 24. 20 N
Longitud	099 09 07. 10 W	099 10 17. 10 W
Azimuth verdadero (°)	190.96	10.96
Ángulo vertical (°)	0.03	-0.10
Modelo de antena	1.2 Diámetro	1.2 Diámetro
Altura de Antena (m)	55.00	37.00
Ganancia de antena (dBi)	34.70	34.70
Frecuencia (MHz)		5800.00
Polarización		Vertical
Longitud de la trayectoria (km)		10.74
Pérdidas de espacio libre (dB)		128.36
Pérdidas de absorción atmosférica (dB)		0.09
Pérdidas netas de enlace (dB)	59.05	59.05
Modelo de radio	Aurora 5800	Aurora 5800
Potencia de transmisión (w)	0.50	0.50
Potencia de transmisión (dBm)	27.00	27.00
PIRE (dBm)	61.70	61.70
Criterio de umbral de recepción	BER 10-3	BER 10-3
Nivel de umbral (dBm)	-86.50	-86.50
Señal recibida (dBm)	-32.05	-32.05
Margen de desviación térmico (dB)	54.45	54.45
Factor climático		1.00
Rugosidad del terreno		6.10
Factor C		3.29
Temperatura anual promedio (°C)		19.00
Fuera de servicio del peor mes por multitrayecto (%)	99.99999	99.99999
(sec)	0.13	0.13
Fuera de servicio anual por multitrayecto (%)	100.00000	100.00000
(sec)	0.40	0.40
(% -sec)	100.00000	0.80
Región de precipitación		ITU Región N
0.01 % Intensidad de lluvia (mm/hr)		95.00
Marzo-Noviembre 16 2004		
Reliability Method-Vigants-Barnett		
Precipitación –ITU Rec 530-Margen de desviación-térmico		

Tabla 3.3. Hoja de cálculos.

Los resultados de los estudios para la posible realización de todos los enlaces de microondas se resumen en la tabla 3.4, que enlista la infraestructura necesaria para interconectar los sitios en la Red Metropolitana (calculados al 99.99% de disponibilidad anual).

Nodo central	Tipo de infraestructura	Diámetro de la antena	Nodo remoto	Tipo de infraestructura	Diámetro de la antena
Plaza de la República	Torre de 9 metros	0.6 metros	Río Rhin	Mástil	0.6 metros
Plaza de la República	Torre de 15 metros	0.6 metros	Fray Servando	Mástil	0.6 metros
Plaza de la República	Torre de 15 metros	0.6 metros	Insurgentes sur	Mástil	0.6 metros
Plaza de la República	Torre de 9 metros	1.8 metros	Miguel Noreña	Mástil	1.2 metros
Plaza de la República	Torre de 15 metros	1.8 metros	20 de Noviembre	Mástil	1.2 metros
Plaza de la República	Torre de 9 metros	1.8 metros	San Fernando	Torre de 36 metros	1.8 metros

Tabla 3.4. Relación de infraestructura requerida.

De esta forma sólo resta investigar, de la oferta de equipos disponibles en el mercado mexicano, los adecuados para solventar estas necesidades. Es recomendable que se adapten a las normas internacionales al respecto, como son la interfaz digital ITU G.703 para la conexión a los dispositivos de la red, plan de frecuencias normalizados por el ITU, puerto de gestión para la administración y posibilidad de gestión remota por medio de sistemas NMS (*Network Manager Systems*, Sistemas de Administración de Red) y posibilidad de controlar la potencia de recepción para adecuarla a la distancia entre ambos puntos del enlace entre otras características.

El comparativo de los posibles equipos a utilizar, y un resumen de sus características más importantes, se presenta en la tabla 3.5.

En la tabla 3.6 se muestra la información que determina el precio total del equipamiento necesario, incluyendo la instalación, la infraestructura requerida mencionada en la tabla 3.4, los radios utilizando equipo Harris Microstar M , que es el más económico disponible y que cumple con las especificaciones técnicas para cubrir un porcentaje de disponibilidad de 99.99 % como se observa en la tabla 3.5.

Fabricante		Harris	Alcatel	Ericsson	NERA
Modelo		Microstar M	9423 AWY	Minilink 23-E	CityLink
	Especificaciones				
Banda (GHz)	23	si	si	si	si
Separación T/R (Mhz)	1008, 1200, 1232	si	si	si	si
Modulación	QPSK	si	si	si	si
Capacidad	1*E3	si	si	si	si
Ancho de banda del canal (MHz)	28	si	N/D	N/D	si
Interfaz digital	G.703 (75 o 120 ohm)	si	si	si	si
Plan de frecuencias	ITU-R Reg. F637-2, ETS 300 198, MPT 1409	si	EN 300 198, F.637-3, 02-218	N/D	N/D
Generador de Frecuencia	sintetizador programable	si	N/D	N/D	N/D
Configuraciones	1+0, 1+1	si	si	si	si
Canal de Datos (kbauds)	19.2	si	si	si	N/D
Interfaz de datos	RS-423	si	RS422	RS422	10 Base T
Canal de Servicio	DTMF analogico (opcional)	si	si	si	N/D
Código de Línea	HDB3	si	si	si	si
Gestión de Red	SNMP, software de admin	si	si	si	si
Supervisión y control	emulador, VT100, Terminal portatil, NMS	si	si	si	si
Potencia de salida nominal (dBm)	+17	si	+16 (NO)	si	si
Atenuación de potencia de RF (dB)	40 (en pasos de 1 dB)	si	30 dB (NO)	N/D	N/D
Estabilidad de Frecuencia TX	+ 5ppm (incluye envejecimiento)	si	N/D	N/D	+10 ppm (NO)
Ganancia del Sistema (dB @ BER 10e-3/10e-6)	97/95	si	94 (NO)	80 (NO)	84 (NO)
Factor de Ruido (dB)	8	si	N/D	N/D	N/D
Sensibilidad (dBm @ 10e-3/10e-6)	-82/-80	si	-77	80	-72
BER Residual	< 10e-12	si	N/D	N/D	N/D
Estabilidad de Frecuencia RX	+ 5 ppm	si	N/D	N/D	+10 ppm (NO)
Precio estimado en México, D.F. LAB.	Pesos MX.	\$277,619.00	\$293,485.00	\$323,540.00	\$330,540.00

Tabla 3.5. Comparativo de radios de microondas.

El desglose de los costos para llegar al precio total para cada enlace se resume en la tabla 3.6.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio total
1	Sistema Harris Microstar M/H	\$ 277,619.00	\$ 277,619.05
1	Torre (Plaza de la República)	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
1	Mástil (Hospital 20 de Noviembre)	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
1	Instalación Plaza de la República – Hospital 20 de Noviembre	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
1	Cargo Inicial proveedor del enlace	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00
		Total	\$ 376,619.05

Tabla 3.6. Desglose de costo inicial de instalación de un enlace de microondas.

En conclusión, el costo total de operación de un enlace radioeléctrico en la banda de 23 GHz para la Ciudad de México considerando al proveedor más económico para el arrendamiento del espectro radioeléctrico se resume en la tabla 3.7.

gasto inicial (cargo inicial + equipo infraestructura)	renta mensual del espectro	mantenimiento anual de la infraestructura	total primer año	total años subsecuentes
\$376,619.05	\$45,000.00	\$32,661.90	\$949,280.95	\$572,661.90

Tabla 3.7. Costos de operación de un enlace radioeléctrico en la banda de 23 GHz.

Enlaces Dedicados

En este caso el proveedor de servicios escoge la alternativa tecnológica para interconectar los sitios en cuestión. Dependiendo de las limitaciones técnicas y de la concesión que posea por parte de la COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones) o del Municipio, éste podría optar por la instalación de fibra óptica, cableado de cobre (coaxial o par trenzado) o microondas, o bien a su vez arrendar tramos del enlace o de infraestructura a otros proveedores.

Usualmente el tiempo entre la contratación y la instalación del servicio es de 1 a 2 meses, tiempo en el que el proveedor de servicios estudia la factibilidad técnica de proveer el servicio de interconexión en las instalaciones del cliente. El cliente debe pagar un cargo inicial por concepto de instalación (que es doble, por que únicamente se refiere a uno de los extremos del enlace) y debe firmar un contrato por un tiempo determinado de uso del servicio, que usualmente es de un año mínimo. En caso de que el cliente de por terminado el contrato antes de ese tiempo, se deberá pagar una penalización que generalmente es el monto de las rentas restantes del contrato. También en caso de que el cliente se cambie de domicilio, para seguir con el servicio, deberá pagar de nuevo el cargo inicial por concepto de reinstalación de los equipos terminales y facilidades que se requieran en el nuevo domicilio.

Las ventajas de esta alternativa es que el cliente no debe preocuparse por el mantenimiento del medio de transmisión, ni de los equipos terminales. En el contrato se especifica un SLA (Service Level Agreement, Nivel de Servicio Acordado), que es el nivel de disponibilidad anual del servicio. En caso de no cumplirse este SLA, la mayor parte de los contratos especifican penalizaciones económicas contra el proveedor de los servicios, que van desde un descuento en la renta del mes siguiente hasta la totalidad de las rentas de meses subsecuentes. En todo caso, el proveedor de servicios se hace responsable únicamente hasta el monto total del contrato de los daños ocasionados por la interrupción del servicio. En el área metropolitana de la Ciudad de México sólo existen un par de proveedores que pueden ofrecer el servicio de enlaces dedicados a velocidades E3 para el transporte de voz, datos y video. Aunque existen otros proveedores, estos están limitados por normatividad únicamente al transporte de señales de video para teledifusión por televisión. De igual forma, no está permitido el transporte de señales de televisión por este medio. En la tabla 3.8 se resumen los gastos de operación usando enlaces dedicados.

Proveedor	Tipo de enlace	Cargo inicial	Renta mensual	Total primer año	Total años subsecuentes
Telmex	E3	\$ 921,082.00	\$ 55,858.00	\$ 1,591,378.00	\$ 670,296.00
Avantel	E3	no disponible	\$ 343,341.69	\$ 4,120,100.28	\$ 4,120,100.28

Tabla 3.8. Resumen de costos de operación de un enlace dedicado (arrendado) E3.

En suma, se observa que aunque implica más dificultades técnicas y de logística operar un enlace privado en comparación de contratar un enlace dedicado, se obtienen ventajas económicas importantes al implementar enlaces privados de microondas. Las dificultades técnicas se pueden superar, contratando la instalación y el mantenimiento adecuados al proveedor de los radios de microondas, y por que la DGSSS tiene personal con el perfil adecuado para operar estas tecnologías.

3.2. Elección de equipos terminales en la Red Metropolitana

Solo resta elegir, de entre la oferta de equipos terminales con tecnología ATM, los adecuados en cuanto a densidad de puertos y características para cumplir con las necesidades de cada sitio. Como se comentó en el capítulo dos, el número de usuarios en cada uno de los sitios de la Red Metropolitana es en promedio 200. De ahí la necesidad de contar con anchos de banda suficientes y densidades de puertos adecuadas para los servicios de voz, datos y video. Por esta razón, es necesario evaluar equipos que permitan interconectar los conmutadores existentes preservando al máximo las facilidades entre estos, de muy alta disponibilidad (redundantes en sistemas críticos), con las suficientes interfaces de voz para interconectar los sitios, sin tener una alta probabilidad de bloqueo.

Dado que la DGSSS no cuenta con información que permita conocer el tráfico de llamadas que se generan en los nodos de la Red Metropolitana, se optará por usar un canal de salida por cada 4 usuarios, a solicitud de la DGSSS, para limitar la inversión a realizar. De ahí que se tiene que implementar, tanto en el conmutador central y en el equipo central ATM, 300 canales de voz (1200 usuarios entre los seis sitios). Dada la densidad de canales que se requieren es recomendable implementarlos con enlaces digitales E1.

Haciendo la aritmética correspondiente se requiere implementar en cada sitio al menos 1.66 enlaces E1 para atender la demanda de servicios de voz (300 canales entre los seis sitios de la Red Metropolitana, 50 canales por sitio). Uno de los métodos que se usan en redes ATM para conectar servicios basados en tecnologías PDH es el de emulación de circuitos. Esto permite dar a las aplicaciones que se conectan a los conmutadores ATM, la emulación de una red PDH pura, con las ventajas de que pueden transmitir completamente la señalización del estado del canal y facilidades completamente sobre una misma red. Por esta razón, resulta natural optar por este método para interconectar los servicios de voz a la red ATM.

En cuanto al servicio de datos, es requerido usar conmutadores Ethernet con al menos una interfaz ATM, capaces de tener funciones de enrutamiento usando protocolos IP para el mejor control del tráfico y de alta disponibilidad (modulares y con redundancia en funciones críticas también). No se considera crítico desde el punto de vista

comparativo, este componente por la razón de que la mayoría, si no es que todos los equipos conmutadores Ethernet con capacidad ATM de las características citadas, tienen un desempeño sobrado para enrutar el tráfico entre las redes de los sitios de la Red Metropolitana (pueden enrutar tráfico proveniente de varias interfaces Ethernet a 100 Mb/s o inclusive a 1 Gb/s al mismo tiempo, mientras que la velocidad de los enlaces entre los sitios de la Red Metropolitana es de 34 Mb/s), por lo cual, para efectos prácticos, se omite su comparativo. Cabe señalar que por lo menos, en cada sitio remoto, debe existir un enlace E3 para construir la dorsal de la Red Metropolitana, el cual será proporcionado mediante el radio-enlace mencionado anteriormente.

En el caso del sitio Plaza de la República, que concentrará a todos los enlaces de esta Red Metropolitana, resultaría demasiado caro implementar los 10 enlaces E1 para interconectar la red de voz en el conmutador ATM Central y en el PBX existente, por lo cual se implementará, en primera instancia, al menos un enlace hacia cada nodo remoto y dependiendo de la demanda que se presente, crecer paulatinamente.

Por este motivo, se requiere, que aunque no se implementen de inicio estos puertos en el conmutador ATM central, se tenga en éste la capacidad de procesamiento y de ranuras suficientes para implementarlos en caso de ser necesario. Sin embargo, se deberán implementar los 6 enlaces E3 para recibir el tráfico de los demás sitios, además de un enlace ATM OC-12 (622.080 Mb/s) para el conmutador Ethernet de la red local.

Es recomendable tener al menos en cada uno de los sitios remotos, otro puerto E3 y otro puerto ATM hacia la red local, disponible para usarse en caso de falla y en el sitio central, dos más de los 6 que son necesarios. En la tabla 3.9 se presentan las densidades de puertos requeridos para los equipos ATM de la Red Metropolitana. Se toman en cuenta algunas previsiones del cliente, que tiene planeado duplicar en el siguiente año el número de usuarios en los sitios San Fernando y Fray Servando, y añadir dos sitios más a la Red Metropolitana. De esta forma se propone, en la figura 3.6, la topología de la Red Metropolitana de la DGSSS.

Localidad	Puertos de Emulación de circuitos E1		Puertos de ATM E3		Puertos de ATM OC-3		Puertos ATM OC-12	
	1a Fase	Futuro	1a Fase	Futuro	1a Fase	Futuro	1a Fase	Futuro
Av. De la República.	6	14	8	10	0	0	2	2
Rio Rhin	1	2	2	2	2	2	0	0
20 de Noviembre	1	2	2	2	2	2	0	0
Fray Servando	1	4	2	2	2	4	0	0
Insurgentes Sur	1	2	2	2	2	2	0	0
Miguel Noreña	1	2	2	2	2	2	0	0
San Fernando	1	4	2	2	2	4	0	0

Tabla 3.9. Densidades de puertos requeridas en los conmutadores ATM.

Para completar el diseño es necesaria la selección adecuada de los diferentes equipos que integrarán la red. Para ello se investigarán, sobre las diferentes ofertas que hay en el mercado, los equipos que ofrecen la mejor relación costo/beneficio y que sean factibles técnicamente de implementar.

Tres de las Marcas que se pueden conseguir en el mercado mexicano son: Marconi Comunnications, Lucent Technologies y Cisco Systems. En las tablas 3.10 y 3.11 se resumen las características necesarias de los equipos remotos y el central, con los precios promedio en el mercado, basados en las configuraciones de la tabla 3.9.

Analizando dichas tablas, se observa que de las tres alternativas tecnológicas, Lucent Technologies es la alternativa más cara, aunque cumple con casi todas las características deseables en los equipos de la Red Metropolitana, excepto que no cumple con LANE (LAN Emulation, Emulación de redes LAN), que es requerido para conectar los equipos de las redes locales. La alternativa con Cisco Systems es la más económica, aunque no es una de las más homogéneas hablando técnicamente.

Esta solución hace uso de dos equipos con arquitecturas diferentes.

RED ATM METROPOLITANA

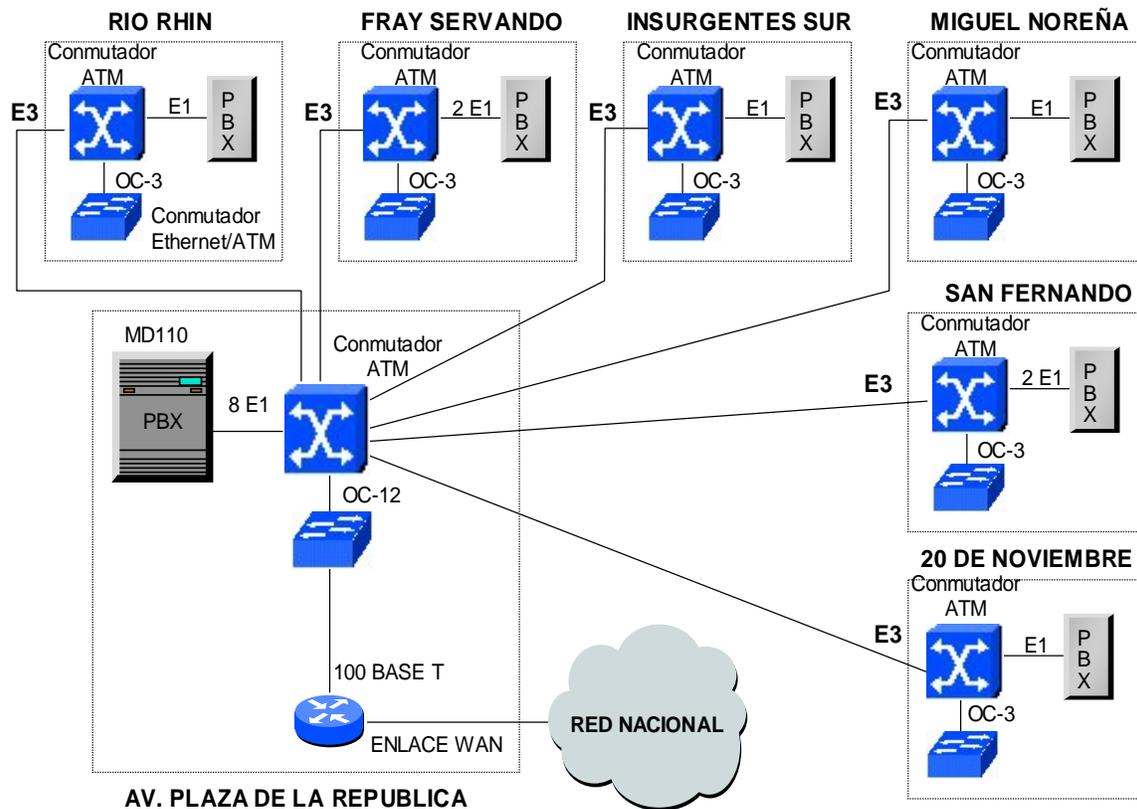


Figura 3.6. Topología propuesta para la Red Metropolitana.

En este caso, la alternativa es usar un conmutador Ethernet con un conmutador ATM insertado en él para el equipo central, y para los equipos remotos, el mismo conmutador ATM en su versión autónoma, además de que solamente los subsistemas ATM comparten el sistema operativo y los módulos de hardware. Esto último es altamente deseable ya que permite minimizar los costos de reparaciones y mantenimiento, al usar las mismas refacciones para cualquier punto de la red. La alternativa de Marconi Communications tampoco es atractiva en costo, pero ofrece las características que aseguran una solución homogénea en hardware y software y asegura costos de mantenimiento controlados.

Hablando de precio, no es muy superior en cuanto a la solución más económica. Por estos motivos, concluimos que la alternativa de la compañía Marconi Communications es adecuada para esta red.

Requerimiento Solicitado	Lucent PSAX 4500	CISCO catalyst 8540CSR +light steam 10 10 (dos equipos)	MARCONI ASX-1200
Deberá soportar protocolos de enlace entre redes privadas ATM y públicas así como protocolos de comunicación entre switches internos y externos.	Sí	Sí	Sí
Los módulos de emulación de circuito deberán garantizar el ancho de banda requerido para el enlace de las llamadas de voz y proporcionar las siguientes características:	Sí	Sí	Sí
Conector RJ-48c.	Sí	Sí	Sí
Servicio Estructurado y No-Estructurado para mandar solamente un canal de voz a través de un circuito virtual o mandar el E1 completo.	Sí	Sí	Sí
Señalización asociada al canal.	Sí	Sí	Sí
Técnicas que optimicen el uso del ancho de banda dentro de la red ATM cuando no se estén realizando llamadas de voz ("Idle Channel Suppression").	Sí	Sí	Sí
Con ocho puertos ATM E3 para el backbone (6 Activo, 2 de Respaldo)	Sí	Sí	Sí
En los equipos para los nodos tipo backbone deberán configurarse 2 puertos ATM OC-12 para para la conexión a un switch capa III.	Sí	Sí	Sí
Los equipos para los nodos de backbone y para el nodo central deberán poder compartir los módulos de red, procesadores y Sistema Operativo.	Sí	Sí	Sí
Módulo ATM E3.	Sí	Sí	Sí
Interfaz física coaxial (con conector BNC), 75 ohms.	Sí	Sí	Sí
Distancia mínima del enlace de 450 pies.	Sí	Sí	Sí
Capacidad de configurar "loopbacks" tanto de recepción como transmisión.	Sí	Sí	Sí
Cumplir con los estándares G.703, G.751, G.832, G.804.	Sí	Sí	Sí
Módulo ATM de 622 Mbps.	Sí	Sí	Sí
Soporte de SDH.	Sí	Sí	Sí
Conectores SC para fibra multimodo, 62.5µm/125µm, 50µm/125µm.	Sí	Sí	Sí
Longitud de onda 1270nm y 1380nm.	Sí	Sí	Sí
Distancia mínima de enlace de 500m.	Sí	Sí	Sí
Compatible con los estándares STS-12c UNI v3.1, ITU-T I.432, ANSI T1E1.2/93-020, T1S1/92-185, ITU-T G.957, Bellcore GR-253-CORE.	Sí	Sí	Sí

Tabla 3.10. Comparativo de equipos ATM para el nodo central. (Continúa)

Arquitectura del equipo deberá ser completamente libre de bloqueo	Sí	Sí	Sí
Los equipos deberán contar con fuentes de poder redundantes con balanceo de carga, ventiladores redundantes y módulos de procesamiento redundantes. Todos estos componentes deberán poder cambiarse sin afectar la producción del equipo y la red (Deben ser "Hot Swap")	Sí	Sí	Sí
El equipo deberá poder soportar señal de sincronización externa	Sí	No	Sí
Deberá soportar CBR para el transporte de voz y videoconferencia en tiempo real, VBR para la transmisión de datos de alta prioridad y ABR/UBR para el resto del tráfico de datos.	Sí	Sí	Sí
Se requiere que los equipos en todos los puntos soporten las siguientes interfaces: E3, E1 Frame Relay, N*64 Circuit Emulation, E1 IMA, OC-3c, STM-1, STM-1e, OC12c, STM-4c. Solamente los equipos de Av. de la República deberán soportar OC48c y STM-16c.	Sí	Sí	Sí
UNI 3.0,3.1 y 4.0.	Sí	Sí	Sí
LANE V1.0	No	Sí	Sí
Estándares definidos por "ATM forum", IETF, e ITU (CCITT).	Si	Sí	Sí
PRECIO ESTIMADO CONFIGURACION MINIMA (1era. FASE) SOLICITADA	\$219,401.00	\$ 140,530.00	\$ 162,883.50

Tabla 3.10. Comparativo de equipos ATM para el nodo central.

En la tabla 3.11 se muestra el comparativo de equipos ATM para nodos remotos.

Requerimiento	Lucent PSAX 2300	CISCO lightStream 10 10	MARCONI ASX-200
Equipos multiservicio que soporten ATM y Frame Relay.	Sí	Sí	Sí
Deberá soportar PNNI y NNI como protocolos de comunicación entre switches internos y externos.	Sí	Sí	Sí
Los módulos de emulación de circuito deberán garantizar el ancho de banda requerido para el enlace de las llamadas de voz y proporcionar las siguientes características:	Sí	Sí	Sí
Conector RJ-48c.	Sí	Sí	Sí
Servicio Estructurado y No-Estructurado para mandar solamente un canal de voz a través de un circuito virtual o mandar el E1 completo.	Sí	Sí	Sí
Señalización asociada al canal (CAS).	Sí	Sí	Sí
Técnicas que optimicen el uso del ancho de banda dentro de la red ATM cuando no se estén realizando llamadas de voz. ("Idle Channel Suppression").	Sí	Sí	Sí
Con dos puertos ATM E3 backbone (1 Activo, 1 Redundancia)	Sí	Sí	Sí
En los equipos para los nodos tipo backbone deberán configurarse 2 puertos ATM OC-3 para conexión de servidores locales y dos puertos mas para la conexión a un switch capa III.	Sí	Sí	Sí
Los equipos para los nodos de backbone y para el nodo central deberán poder compartir los módulos de red, procesadores y Sistema Operativo.	Sí	Sí	Sí
Modulo ATM E3.	Sí	Sí	Sí
Interfaz física coaxial (BNC), 75 ohms.	Sí	Sí	Sí
Distancia mínima del enlace de 450 pies.	Sí	Sí	Sí
Capacidad de configurar "loopbacks" tanto de recepción como transmisión.	Sí	Sí	Sí
Cumplir con los estándares G.703, G.751, G.832, G.804.	Sí	Sí	Sí

Tabla 3.11. Comparativo de equipos ATM para los nodos remotos. (Continúa)

Modulo ATM 155 Mbps.	Sí	Sí	Sí
Soporte de SDH.	Sí	Sí	Sí
Conectores SC para fibra multimodo, 62.5µm/125µm, 50µm/125µm y conectores UTP CAT 5.	Sí	Sí	Sí
Longitud de onda 1310nm	Sí	Sí	Sí
Distancia mínima de enlace de 2 km.	Sí	Sí	Sí
Compatible con los estándares STS-3c UNI v3.1, ITU-T I.432, ANSI T1E1.2/93-020, T1S1/92-185, ITU-T G.957, Bellcore GR-253-CORE.	Sí	Sí	Sí
Arquitectura del equipo deberá ser completamente no bloqueable	Sí	Sí	Sí
El backbone deberá ofrecer servicios de SPVC's "Soft Permanent Virtual Connections" por demanda, SCV's sobre conexiones UNI y NNI, transporte transparente de IP sobre ATM y servicios de "LAN Emulation".	Sí	Sí	Sí
Los equipos deberán contar con fuentes de poder redundantes con balanceo de carga, ventiladores redundantes y módulos de procesamiento redundantes. Todos estos componentes deberán poder cambiarse sin afectar la producción del equipo y la red. (Deben ser "Hot Swap").	Sí	Sí	Sí
El equipo deberá poder soportar señal de sincronización externa.	Sí	Sí	Sí
Deberá soportar CBR para el transporte de voz y videoconferencia en tiempo real, VBR para la transmisión de datos de alta prioridad y ABR/UBR para el resto del tráfico de datos.	Sí	Sí	Sí
Se requiere que los equipos en todos los puntos soporten las siguientes interfaces: E3, E1 Frame Relay, N*64 Circuit Emulation, E1 IMA, OC-3c, STM-1, STM-1e, OC12c, STM-4c.	Sí	Sí	Sí
UNI 3.0,3.1 y 4.0.	Sí	Sí	Sí
LANE V1.0	No	Sí	Sí
Estándares definidos por "ATM forum", IETF, e ITU (CCITT).	Sí	Sí	Sí
PRECIO ESTIMADO (POR EQUIPO) CONFIGURACION MINIMA (1era. FASE) SOLICITADA	\$137,189.00	\$61,555.00	\$70,486.00

Tabla 3.11. Comparativo de equipos ATM para los nodos remotos.

3.2.1. Elección de tecnología de transporte para la Red Nacional

Con base en un análisis similar al realizado para la Red Metropolitana, en cuanto a las necesidades de interconexión en los sitios de la Red Nacional, se observan como factores de decisión los siguientes aspectos: la distancia geográfica entre cada uno de los sitios remotos con el nodo central, el ancho de banda necesario en cada uno de los nodos (solicitado por la DGSSS en base a la cantidad de usuarios y las aplicaciones que éstos usan), y el número de extensiones o canales de voz con servicios básicos o avanzados de telefonía, según sea el caso. Para facilitar la implementación dada la gran cantidad de sitios y las cantidades dispares de usuarios y aplicaciones que se requieren en cada sitio, la DGSSS dividió esta implementación en 6 jerarquías o tipos, tomando en cuenta el número de usuarios de datos, el número de llamadas simultáneas y el requerimiento estimado de ancho de banda, que según la DGSSS es requerido para cada caso. Estos criterios se resumen en la tabla 3.12.

Jerarquía o tipo	Descripción del nodo	Usuarios de datos	Número de salida de llamadas simultáneas	Ancho de banda requerido
1	Hospitales Regionales	150 a 200	15	2.048 Mbps
2	Hospitales Generales y Estatales	140	10	512 kbps
3	Delegaciones y Clínicas de especialidad	30	10	512 kbps
4	Clínicas Médico Familiares	20	10	384 kbps
5	Estancias para el Bienestar y Desarrollo Infantil (EBDI)	10	3	512 kbps
6	Almacenes, velatorios, centros culturales, bibliotecas, talleres, teatros, agencias, unidades de crédito, UMF, etc.	10	3	384 kbps

Tabla 3.12. Tipos de nodos propuestos para la Red Nacional.

En el caso de la tecnología de transporte adecuada para esta parte de la red, se hará referencia a la información de la figura 3.1. En este caso, los sitios están, cuando menos, a 50 km de distancia del nodo principal. Esto provoca que únicamente sea factible utilizar enlaces dedicados o compartidos, ya que por la distancia no será factible, en términos de costos, técnicos y normativos, implementar una solución con infraestructura privada. De este modo, se muestra un análisis de los costos de operación, tomando en cuenta las siguientes alternativas: enlaces dedicados, enlaces compartidos frame relay e IP VPN. ATM no se considera, debido a que la oferta está limitada únicamente a las ciudades más importantes del país, como lo son: D. F., Guadalajara y Monterrey. En la tabla 3.13 se muestra un análisis de costos del servicio de enlaces, tomando en cuenta como ejemplo, un solo enlace, con ancho de banda de 2.048 Mb/s, entre las Ciudades de México y Monterrey. Entre ambas ciudades existe una distancia de 933 km.

Proveedor y producto	Ancho de banda	Cargo inicial	Renta mensual	Cargo por distancia	Primer año	Año subsiguiente
Alestra-Frame Relay	2.048 Mb/s	\$ 8,304.00	\$ 56,906.00	No aplica	\$691,176.00	\$682,872.00
Telmex-Lada Enlace (dedicado)	2.048 Mb/s	\$ 24,586.00	\$ 55,228.00	\$42,918.00	\$1,202,338.00	\$1,177,752.00
Uninet-Frame Relay	2.048 Mb/s	\$363,884.00	\$ 37,642.00	No aplica	\$815,588.00	\$451,704.00
Avantel-Dedicado	2.048 Mb/s	\$181,942.00	\$ 15,981.00	\$93,239.10	\$1,492,583.20	\$1,310,641.20
Avantel-Frame Relay	2.048 Mb/s	\$183,592.00	\$ 43,347.00	\$42,570.00	\$1,214,596.00	\$1,031,004.00
Avantel IP Multimedia	2.048 Mb/s	\$181,942.00	\$42,541.00	No aplica	\$692,434.00	\$510,492.00

Tabla 3.13. Resumen de costos de diferentes tipos de enlaces para la Red Nacional.

Como se puede observar en la tabla, casi no hay diferencias en costo del servicio que ofrecen los diferentes proveedores de las tecnologías similares, únicamente la forma de facturar es un poco diferente. La tabla incluye costos ocultos, como el precio de la renta del puerto del equipo del proveedor para recibir el enlace y el arrendamiento de lo que se conoce "la última milla" o el enlace entre el cliente y la red del proveedor en los casos que aplique. La alternativa de enlaces dedicados es la más cara y la alternativa Frame Relay es la más económica. Tomando en cuenta el criterio de la DGSSS en cuanto a la seguridad de la información a transmitir, las soluciones basadas en Frame Relay no cumplen con los requisitos solicitados. La alternativa de Avantel IP Multimedia es

competitiva en precio, comparada con los enlaces dedicados. Las alternativas de enlaces dedicados y Avantel IP Multimedia cumplen con los requisitos de seguridad en la transmisión de la información de la DGSSS. La oferta de Avantel IP Multimedia asegura, según la información que maneja en su publicidad, confidencialidad de la información al usar tecnologías que permiten sólo la comunicación entre nodos de la red privada. Al ser esta última más asequible y con las mismas características que los enlaces dedicados, concluimos que es adecuada esta solución para la DGSSS.

3.2.2. Consideraciones para la elección de equipos terminales IP

Dado que de cualquier forma IP es un estándar ya de facto para la transmisión de datos, y es la tendencia en las redes multiservicios, es requerido el optar por equipos ruteadores IP multiservicios que permitan la transmisión de paquetes IP con calidad de servicio adecuada para los diferentes tipos de tráfico, como datos y voz. Se tiene que tomar en cuenta que algunos de estos sitios, como se mencionó en el capítulo 2, ya cuentan con conmutadores con interface Digital E1, como son los hospitales regionales, generales y estatales. En otros no se cuenta con conmutador digital, en el caso de las EBDI, o bien, el conmutador es muy limitado en cuanto a funciones de telefonía avanzadas y no puede proveer servicios inteligentes de voz, como los que se requieren. En el caso de los tipos 5 y 6, el número de usuarios es tan poco, que sólo requieren conectividad a la red y una o dos extensiones de la red con o sin servicios avanzados.

Es requerido que en los tipos 1 y 2 se tenga un ruteador con al menos una interfaz E1 g.703 y un puerto Fast Ethernet en la red. Es deseable que tenga soporte para puertos de voz analógica o digital, debido a que el software de estos equipos está diseñado especialmente para dar calidad de servicio. Cabe señalar que no se contempla usar las interfaces de voz de algún equipo multiservicios, debido a que en estos equipos, no es posible usar servicios avanzados de voz, como identificador de llamadas, conferencia, transferencia, tono de llamada en espera, etc.

En los tipos 3 al 6 únicamente se requiere un equipo ruteador básico con un puerto serial y un puerto Ethernet, aunque vale la pena aplicar el mismo criterio sobre el soporte para voz analógica y digital que se uso anteriormente. La diferencia entre estos 4 tipos radica en el número de servicios de voz y datos que se tienen que proporcionar.

Para proveer los servicios de voz avanzados, se optará por una plataforma de IP-PBX o un conmutador basado en IP. En este caso se evaluarán distintas plataformas y soluciones de IP-PBX que nos permitan dar estos servicios. La ventaja de usar IP en los conmutadores, permite que la transmisión de voz sea independiente de los equipos ruteadores que se propongan, pudiendo ser cualquiera que cumpla con el requisito de proveer la calidad de servicio necesaria para el tráfico de voz.

3.2.3. Equipos terminales IP

De la misma forma que se ha realizado para los diferentes sistemas claves de la red de la DGSSS, se realizó una investigación de los equipos disponibles en el mercado mexicano que pudieran cumplir con los requerimientos arriba mencionados. Se deberán

de escoger 2 equipos para cubrir los dos escenarios que anteriormente se mencionaron. Los resultados de esta investigación se muestran en la tabla 3.14.

Cabe señalar que pudieran no ser los únicos disponibles en el mercado, pero son de los que existe información públicamente disponible.

Características	Cisco serie 1700	Lucent Technologies SuperPipe 155	Cisco Serie 2600	Enterasys Serie XSR-1800	Lucent Technologies Serie Access Point	Nortel Networks Serie Contivity 1000
Modelos	1760-V	SuperPipe 155	265x(XM)	XSR-1805, XSR-1850	AP 300 & 600	Contivity 1010, 1050, 1100
Configuración del chasis	Montaje en bastidor de 19 pulgadas	Sobremesa	Montaje en bastidor de 19 pulgadas	1805 - sobre mesa ; 1850 –montaje en bastidor	AP 300: fijo, AP600: Modular 19	Fijo en sobre mesa, la serie 1100 tiene una ranura de expansión
Interfaces de red WAN incluidas	Ninguna	V.35 o T1/E1, 2 BRI	Ninguna	Ninguna	AP 300:1 BRI, 1 fija MSSl-X.21 o V.35, doble T1/E1, AP600:Ninguna	Ninguna
Interfaces de red LAN incluidas	(1) 10/100 Fast Ethernet	1 10/100 Ethernet, 1 BRI para telefonía o videoconferencia	2610: 1 Ethernet; 2611: 2 Ethernet; 2610XM,2620,2620XM, 2650,2650XM: 1 Fast Ethernet; 2611XM, 2621,2621XM, 2651, 2651XM,2691: 2 Fast Ethernet	2 10/100Base-T	AP300:2 fijas 10/100 AP600:Ninguna	1 (1050 y 1100) o 2 (1010) puerto 10/100Base-T incluidos; conmutador de 4-puertos 10/100Base-T opcional (1050 y 1100)
Ranuras disponibles	2 VIC/WIC, 1 VIC (2 VIC en 1760)	Ninguna	1 NM, 1 AIM, 2 WIC ; 2691: 1 NM, 2 AIM, 3 WIC	Ranura externa CFs, 2 ranuras NIM (WAN)	AP300:Ninguna; AP600:4 externas +1 interna	1 (1100 series)
Módulos de interfaces WAN disponibles	T1/E1, serial de baja velocidad , ISDN, ADSL, G.shdsl, V.90	Ninguna	T1/E1 ATM (IMA), DS3/E3, serial asíncrona de alta y baja velocidad, OC-3, T1/ISDN PRI (con o sin CSU), ISDN BRI, ODEM analógico, HSSI, T1/E1, ASDL, G.SHDSL	serial universal de alta velocidad, T1/E1, ISDN BRI, ISDN PRI, ADSL, fracción de T3	MSSl, HSSI, T1/E1, ISDN BRI, DS3 (FR o ATM), ATM OC3	1100 soporta T1 opcional con DSU/CSU integrada, ODEM V.90 o puerto V.35/X.21
Modulos de interfaces LAN disponibles	10Base-T Ethernet	Ninguna	10/100 Ethernet, 4/16 Token Ring, conmutador ethernet de 16-puertos	Ethernet 10/100 Mbps en cobre o fibra	10/100Base-T	Ninguna
Memoria del sistema incluida	1760-V: 64-128 MB	Desconocida	32-128 MB	XSR-1805: 32-128 MB, XSR-1850: 64-128 MB	AP300: 64 MB : AP600: 128 MB	128 MB, no se puede expandir
Memoria no volátil incluida	1760-V: 32-64 MB	Desconocida	16-48 MB	8 MB (mas vía CF externa)	Desconocida	32 MB, no expandible

Tabla 3.14. Costos de equipos ruteadores para la red de la DGSSS. (Continúa).

Protocolos de red soportados	IP, IPX, AppleTalk, IBM/SNA	IP, IPX, AppleTalk	IP, IPX, AppleTalk, IBM/SNA	IP	IP	IP
Protocolos de enrutamiento soportados	Estático, RIP v1/v2, OSPF, EIGRP, HSRP	Datos no disponibles	Estático, RIP v1/v2, BGP4, OSPF, EIGRP, HSRP	RIP v1/v2, OSPF, BGP4, VRRP, PIM-SM	RIP, RIP2, OSPF, BGP-4, IS-IS, IGMPv2, DVMRPv3, por políticas, Estático, VRRP	RIP, OSPF, VRRP, PPPoE, Cliente DHCP y Servidor, DNS con VPN, DNS Proxy
Características de calidad de servicios	CAR, enrutamiento por políticas, WFQ, LLQ(PQ/CBWFQ), WRED, GTS, RSVP, DSCP, FRF.12, FRTS, cRTP, RSVP+H.323v2	Por políticas, Priorización, Asignación de ancho de banda vía BACP, MP+, DBA Pasivo	CAR, enrutamiento por políticas, WFQ, LLQ(PQ/CBWFQ), WRED, GTS, RSVP, DSCP, FRF.12, FRTS, cRTP, RSVP+H.323v2	WFQ, WRED, modelado del tráfico, CBWFQ, TOS, DSCP, 4 colas.	CBQ; DiffServ; 802.1p, monitoreo de redes de servicio	DiffServ, RSVP, cuatro niveles de control de admisión y de transmisión, marcado DSCP
Protocolos de redes WAN soportadas	PPP, SLIP, PPPoE, Frame Relay, HDLC, IBM/SNA, LAPB, X.25, SMDS	PPP, MLPPP, MLPPP+	PPP, SLIP, PPPoE, frame relay, HDLC, IBM/SNA, LAPB, X.25, SMDS	Frame Relay, PPP, MLPPP	Frame Relay, PPP, MLPPP, ATM, SMDS	PPP, Frame Relay, respaldo por marcación con ODEM integrado V.90.
Respaldo del enlace por marcación	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Voz sobre IP	Sí	No	Sí	No	No	No
Soporte para voz sobre redes PDH	Sí	No Aplica	Sí	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Interfaces de voz	E&M, FXO, FXS, DID, ISDN, T1/E1, VoFR	No Aplica	T1/E1/J1, FXS, FXO, BRI, DID, E&M, VoFR	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Desempeño	12,000 pps	4 Mbps	265xXM: 40Kpps	XSR-1805: 50Kpps, XSR-1850: 60Kpps	AP300: 40Kpps (50 Mbps); AP600: 148Kpps (220 Mbps)	Dato no disponible.
Precio base	1751: \$1495, \$2495 con soporte para Voz; 1760:\$1,595, \$2595 con soporte para voz	\$1,795	261x: empieza desde \$1995; 262x: empieza desde \$2295; 265x: desde \$3295; 2691: \$6295	XSR-1805: \$1,495 XSR-1850: \$2,495	AP300:\$3495-5095; AP600: \$8095	\$999 (1010), \$1,299 (1050), \$1,499 (1100)

Tabla 3.14. Costos de equipos ruteadores para la red de la DGSSS.

De la tabla se puede observar de entrada que todos los dispositivos mencionados cumplen o pueden cumplir con el número de puertos E1, seriales y Ethernet para cualquiera de las dos configuraciones indicadas. También todos, al menos, tienen 3 o más funcionalidades para poder dar calidad de servicio a los paquetes que se envíen a la red nacional de la DGSSS. También se puede observar que los equipos que están listos para soportar voz sobre IP y tienen disponibles de interfaces telefónicas, tienen también, las características más variadas de Calidad de Servicio. Todos soportan los protocolos más populares para conexión a las redes WAN; Frame Relay y PPP, así como también los protocolos más usados para enrutar paquetes IP, como lo son: enrutamiento estático, RIP y OSPF. De ahí se concluye que los equipos Cisco Modelos 1760V y 2651XM son los adecuados para su uso en la red de la DGSSS, el modelo 2651XM es apto para los tipos 1 y 2, y para los demás tipos, el modelo 1760V.

3.2.4. Telefonía IP-PBX

Para el caso de la telefonía IP-PBX, se hizo una investigación en varias publicaciones y páginas de Internet especializadas en el medio, a fin de tener una opinión balanceada, no dirigida, y también se corroboró la información obtenida por este medio, mediante una investigación documental a los productos de los fabricantes en cuestión, de tal forma que este criterio nos dirigió hacia el grupo Business Communication Review. Este grupo edita una revista dedicada a las comunicaciones empresariales desde 1971, lo cual le permite tener la experiencia para examinar las condiciones del mercado actual y futura. Además, organiza el más grande evento en América dedicado únicamente a los Sistemas PBX VoIP, VoiceCon. En los siguientes párrafos se presenta un resumen del comparativo del 2003 (el de 2004 todavía no está listo), titulado "*Large Ip-Pbx Continue Improving-in Most Areas*" del cual se puede obtener su versión completa en www.bcm.com.

Los sistemas que se probaron en ese año son:

- Alcatel OmniPCX Enterprise V5.0
- Avaya Media Server 8700 con G600 Media Gateway
- Nortel Sucesión CSE 1000, Call Server v2.02
- Shoreline Shoreline4 system
- Sphere Communications Spherically system 3.4

Como base comparativa del estudio, sólo se compararon sistemas que son capaces de soportar más de 1,000 puertos, lo que los hace ideales para sistemas como el del DGSSS. Cabe comentar que la compañía Cisco declinó participar en el comparativo y en las pruebas.

Ya que en estos momentos la tecnología ya ha madurado, no es posible tener un único criterio de evaluación para estos sistemas. Como el desempeño ya es muy similar en casi todas las plataformas, los diferenciadores principales son las características avanzadas que pueden ofrecer las diferentes soluciones, la facilidad de administración del sistema y las características de supervivencia que tienen los sistemas.

Tendencias generales

Gabinetes heredados. Muchos de los fabricantes optan por añadir funcionalidades IP a sus gabinetes existentes, como Avaya, Nortel y Alcatel, aunque la tendencia es mantener el control de llamadas y señalización en un servidor externo conectado vía IP a los gabinetes, mientras estos mantienen la interconexión con las terminales analógicas y las troncales.

Soporte IP. Ya todos los equipos de los más grandes fabricantes soportan y tienen teléfonos IP, ya sea de la misma marca o de otra, fundamentalmente de Polycom.

Administración deficiente. El funcionamiento en la mayoría de los sistemas es más que espléndido y las arquitecturas son impresionantes, pero los fabricantes en general mantienen la tendencia de la generación anterior de PBX utilizando interfaces de administración, basada en líneas de comando. A excepción de unos cuantos que si tienen una verdadera interfaz gráfica, otros sólo disfrazan sus deficiencias mediante programas adicionales para administración.

Disparidad de características. Los fabricantes maduros de telefonía tradicional tienen la mayor variedad de características respecto al hardware y software, mientras los nuevos fabricantes que emergieron de VoIP están atrás con respecto a ellos.

Arquitecturas

Hay 3 sistemas que han migrado de la arquitectura de *chasis*, Alcatel, Avaya y Nortel, mientras que Shoreline Communications y Sphere Communications han sido desarrollados enteramente basados en IP.

La pieza central de la arquitectura de Alcatel OmniPCX Enterprise System, es el Enterprise Media Gateway (EMG), el cual puede ser configurado para soportar hasta 5, 000 puertos, de los cuales 4, 000 pueden ser basados en IP y pueden ser extensiones o troncales externas o hacia otros sistemas. Como opción, el control de las llamadas VoIP puede ser instalado afuera del EMG y se puede instalar en una caja de aplicación, la cual es un servidor marca IBM modelo e-server. Cuando se le preguntó a Alcatel si había beneficio de tener esta configuración, respondió que solamente se ofrece como una opción más al cliente.

La arquitectura de Avaya se compone de dos sistemas discretos, el S8700 Media Server y el G600 Gateway. Dada la característica única de Avaya de apegarse al protocolo H.323, puede concebirse que el S8700 es el *gatekeeper* (controlador de llamadas) del sistema. En este servidor se procesan el control y la señalización de todas las terminales IP. Este servidor está basado en arquitectura Intel y corre en una plataforma Linux. El G600 Media Gateway es un *chasis* multi-ranuras que reside en lo que antes se conocía como "Avaya IP600 Multislot Chasis" (un conmutador basado en *chasis*). En este *chasis* se da la terminación de las llamadas y sirve de conexión troncal hacia la PSTN y la red WAN.

El Nortel Sucesión CSE1000 es un sistema que se compone de 3 elementos fundamentales que se comunican entre sí mediante IP: Call Server, Signaling Server y Media Gateway. El Call Server es una caja de una sola tarjeta y es el cerebro del sistema. Provee el control y la señalización de todas las llamadas del sistema y ahí se encuentra la base de datos del mismo. El Signaling Server corre en un servidor Intel 1100 con sistema VxWorks, comercializado bajo la marca de Nortel. Está compuesto de dos módulos de software: Terminal Proxy Server, que provee la interfaz IP para las Extensiones, TFTP, control de ancho de banda y las características de las extensiones y el segundo es Signaling Gateway, que traduce el protocolo propietario VoIP a H.323 a fin de conectarse vía troncales IP a otros sistemas basados en estándares. El tercer elemento del sistema de Nortel es el Media Gateway, en lo que se conocía como el Chasis Multislot MERIDIAN, en el que se provee la conectividad entre el sistema y las troncales TDM. Este puede ser configurado para dar redundancia para el Call Server y para el Terminal Proxy Server. Como el sistema Succession genera demasiada actividad en la LAN, se requieren de 3 VLANS: la de telefonía, donde el tráfico de voz es segmentado; la de aplicaciones, donde las aplicaciones del sistema y las de administración son transmitidas y una VLAN de sistema, para las comunicaciones entre el Call Server y el Media Gateway. Con un máximo de 1,000 extensiones IP por sistema, apenas alcanzó el estatus para ser considerado en este comparativo.

Shoreline Communications. El sistema Shoreline4 consta de 3 elementos: el switch de voz Shoregear24, el gateway de voz Shoregear T1 y la aplicación Shoreware Director. Cada switch de voz Shoregear24 puede proveer hasta 24 conexiones analógicas (troncal o extensión) o hasta 120 conexiones IP. El ShoregearT1 provee de las troncales T1. Todas las cajas pueden agregar conexiones al sistema hasta un máximo de 5,000. El diferenciador principal de la solución Shoreline, es que el control de las llamadas puede ser llevado por cualquiera de las cajas que se mencionaron anteriormente. Esto elimina cualquier punto de falla. La propagación de la base de datos del sistema a cualquier switch de voz de éste, es administrada por el tercer componente, la aplicación Shoreware Director, la que puede ser instalada en cualquier servidor con plataforma Windows basado en Intel.

Sphere Communications afirma que su sistema Sphericall puede soportar la asombrosa cantidad de hasta 18,000 estaciones en un mismo sistema. Como Shoreline, todos sus componentes son modulares y se comunican vía IP. El servidor Sphericall puede ser instalado en un servidor Windows 2000, vendido por Sphere, o en el servidor que el cliente decida. Este servidor provee la administración y el control de llamadas para el sistema. El CoHub es la interfaz T1/E1 y las estaciones analógicas y troncales son atendidas por los PhoneHub.

Administración de los IP-PBX

Como se mencionó en tendencias generales, la administración de casi todos los IP-PBX está en un estado lamentable, particularmente en los sistemas que migraron de tecnologías tradicionales hacia IP. Como las aplicaciones de administración son robustas, se esperaba que éstas fueran más fáciles de usar, no necesariamente para el novato, pero si para administradores con un buen nivel de entendimiento de comunicaciones de datos y voz. Los fabricantes que vienen del mercado antiguo de PBX, han cambiado la apariencia

de sus interfaces de línea de comando, pero no la idea general de su administración. Esto es en particular en el sistema de Alcatel y Nortel. El entender el contenido de las pantallas hace la experiencia de la administración demasiado tediosa. A menudo se tiene que pasar por una gran cantidad de pantallas, más de las que debieran ser necesarias para realizar las tareas. Esto hace que se tenga una curva de aprendizaje larga para ser eficientemente administrador de todo el sistema y da a pensar que los desarrolladores no sólo ignoran el poder de una buena interfaz gráfica, si no también, la ventaja competitiva que daría ésta. La aplicación de Avaya es un poco mejor, pero sigue optando por la opción de escribir comandos.

El sistema Sphericall es totalmente opuesto a Avaya, Alcatel y Nortel. La aplicación organizada en menús es intuitiva y el contenido de las pantallas es fácil de entender, pero adolece de diagnósticos avanzados y de reportes.

En el caso de Shoreline, su interfaz de administración fue la más fácil de usar. La aplicación Shoreware Director no decepcionó, aunque los reportes generados por ésta durante las pruebas no fueron correctos. Con esta aplicación se pueden usar estadísticas de IP para localizar las fallas.

Cabe señalar que en el informe presentado, se hace un comparativo de costos por extensión IP, basado en un sistema de 1,000 extensiones IP, con 11 troncales T1, todo lo necesario para tener en ellas correo de voz, alimentación en línea, administración total y funcionalidades básicas de PBX, todo con el teléfono IP mas básico disponible para el sistema. El Sistema más caro es el Nortel Sucesión, con un precio por extensión de 907 USD y el sistema con el costo más bajo es Sphere Sphericall, con un costo de 498 USD. El sistema de Avaya, que es el segundo más bajo, tiene un costo por estación de 611 USD.

Disponibilidad y Desempeño

Como se mencionó al principio de la sección de IP-PBX, el desempeño ya no es un diferenciador fuerte. Las pruebas demostraron que algunas latencias son mayores que otras, pero todos los sistemas están debajo de 100 ms, que son los niveles aceptables para aplicaciones de negocios y la calidad obtenida del sonido siempre fue mayor a 4 puntos, lo que los hace tener el nivel de una red pública. De las gráficas se desprende que los sistemas con mayor latencia son Avaya y Sphere, con 0.4 ms de diferencia uno arriba del otro (máximo 74.7 ms de Sphere en G.711 y de Avaya de 67 ms en g.729a), dependiendo del codec usado, y los sistemas con mejor calidad de voz son los desarrollados ex profeso para estos ambientes, Sphere y Shoreline, con una calificación de 5.0 y 4.8 usando g.711 y g789a respectivamente.

En cuanto al porcentaje de llamadas completadas, únicamente Avaya y Nortel no pudieron llegar a completar el 100% de las llamadas realizadas, obteniendo el 99.856% y el 99.976% de llamadas completadas respectivamente.

Por último, se puede mencionar que en las pruebas de resistencias a ataques de negación de servicio, el Sistema Sphere es el que es menos susceptible a ataques. Para medir la susceptibilidad de los sistemas a ataques, se generaron ataques de diversos tipos

contra los servidores de llamadas y teléfonos IP de cada sistema. Se clasificó en tres niveles la afectación a los servicios, alto (cuando para restablecer los servicios se requiere de reiniciar algún componente), medio (se puede observar interrupción del servicio, pero no es necesario reiniciar algún equipo) y bajo (no se observa ningún efecto). Sphericall fue el único que no requiere ningún tipo de acción para restablecer el servicio en ningún caso.

Algo interesante que mencionar, es que los únicos sistemas capaces de integrar videoconferencia a sus sistemas fueron Nortel y Sphere.

Decisión sobre la plataforma de IP-PBX

Debido a que en los proveedores de telefonía IP empresarial para grandes empresas no se observan diferencias muy marcadas, en cuanto a capacidades de servicio que pueden ofrecer a la DGSSS, la decisión de la compra del sistema de telefonía IP se tiene que basar en cuanto a capacidades y precio. En el caso de Cisco aunque tiene una buena oferta y parte de la infraestructura de la DGSSS es de esta marca, la falta de información en cuanto a pruebas realizadas por organismos imparciales, genera incertidumbre en cuanto al desempeño que se puede esperar de una solución no probada. De los fabricantes que se sometieron a prueba, Avaya es la mejor solución técnicamente, pero Sphere es la oferta con un valor más competitivo con respecto a las demás y no sacrifica desempeño, capacidad o calidad en el servicio que puede ofrecer a la DGSSS (ofrece la más alta calidad de voz y la segunda más alta capacidad del mercado para un solo sistema). Por estos motivos, se selecciona la solución de Sphere Communications como la adecuada para la Tecnología IP-PBX en la Red Nacional. Algo importante que se consideró, es la resistencia que tiene el sistema para resistir ataques de negación de servicio sin requerir intervención para reestablecer los servicios después de estos y la capacidad de integrar videoconferencia, lo cual puede ser aprovechado por la DGSSS, ya que contará con infraestructura para ello.

3.2.5. Configuración de los tipos de nodos de la Red Nacional

Con base a las consideraciones vertidas en el desarrollo de este capítulo proponemos para el tipo 1 y 2 la siguiente configuración.

- Ruteador: Cisco 2651XM con una interfaz E1 G.703 y una interfaz Ethernet.
- Dispositivo de voz sobre IP: COHUB, dispondrá de un enlace E1 hacia los conmutadores existentes.

Para los tipos 3 y 4:

- Ruteador: Cisco 1760V con una interfaz serial y una interfaz Ethernet.
- Dispositivo de Voz sobre IP: PhoneHub de 24 extensiones analógicas, ya que en estos lugares no existe PBX o no es el adecuado a las necesidades del la DGSSS.

Para los Tipos 5 y 6:

- Ruteador: Cisco 1760V con una interfaz serial y una interfaz Ethernet.
- Dispositivo de Voz sobre IP: 2 Teléfonos IP, o en su caso, la DGSSS optará a su criterio, no instalar teléfono IP, ya que estos últimos son muy vistosos y atractivos, y como estos nodos son lugares al cual el público usuario tiene acceso, son factibles de ser sustraídos. En este caso, se optará por proporcionar en el equipo Cisco 1760V las dos extensiones en estos sitios.

Cabe señalar que es necesario, en todos los sitios remotos, añadir un conmutador Ethernet para interconectar el ruteador con el dispositivo de voz sobre IP. Este conmutador de datos no es un dispositivo crítico en el diseño de la red y al menos debe de soportar calidad de servicio. Debido a que hay una basta cantidad de equipos que cumplen con estas características y de diferentes calidades y precios, se propone un conmutador marca 3com modelo OfficeConnect de 16 puertos Ethernet, que es un conmutador de precio y características promedio en el mercado, su precio es del orden de un mil doscientos pesos (más IVA). Es importante recalcar que puede ser cualquier conmutador que cumpla con la calidad mínima suficiente y que sólo mencionamos este modelo para efectos de cuantificar el costo total del proyecto.

Para la interconexión en el sitio central, el fabricante de los ruteadores remotos recomienda usar un dispositivo de su línea alta, capaz de recibir todo el tráfico proveniente de los sitios remotos y transmitirlo hacia la red local. El equipo en cuestión es el modelo 7513, el cual a recomendación del fabricante, este equipo será instalado con procesadores redundantes, 256 megabytes de memoria de sistema, dos interfaces gigabit Ethernet para la conexión de la red local del nodo central, dos interfaces E3 para recibir el tráfico de la Red Nacional, y una interface E1 de voz digital hacia el PBX del nodo central para la comunicación de voz proveniente de los equipos 1760V, los cuales como mencionamos en la configuración de los tipos de nodo de la Red Nacional, contarán con 2 extensiones.

Así mismo, se instalarán 6 COHUB para tener una capacidad de 180 canales digitales de voz hacia el conmutador del nodo central existente. Esto es debido a que, por el momento, la DGSSS no cuenta con los recursos suficientes para proveer el número de canales mínimos requeridos.

En el capítulo siguiente se detallará completamente la implementación e instalación de los dispositivos y se mostrarán los diagramas correspondientes a los diferentes tipos de nodos de la nueva red de telecomunicaciones de la DGSSS.

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA RED

En el presente capítulo se presentan las actividades desarrolladas para llevar a cabo la implementación y puesta a punto de la nueva red. Se describirán los tipos de enlaces seleccionados para la interconexión de los sitios, implementación de los equipos ATM, instalación del sistema de monitoreo y la implementación de los sistemas de voz y datos.

4.1. Elaboración del plan de trabajo

Las actividades que se llevarán a cabo tienen un grado de complejidad bastante alto, lo cual nos llevará a definir procesos para lograr los objetivos que se tienen con la DGSSS. A continuación se mencionará y se dará una explicación de cada una de las actividades a desarrollar, enmarcado en un plan de trabajo, en donde se podrán observar los tiempos que están considerados para cada una de las actividades.

- Recepción de equipos: todos los equipos se concentrarán en un almacén. Ahí se llevará el conteo de cada uno y se dividirán por tipo, marca, modelo y capacidad. Cabe mencionar que toda la infraestructura (torres, mástiles, *racks*, etc.) se entregará directamente en cada uno de los nodos.
- Sesión de pruebas: en el almacén se tendrá asignado un espacio en donde se realizarán sesiones de pruebas a cada uno de los equipos, para validar su correcto funcionamiento, y se equiparán con todo el hardware y software necesario.
- Inventario: se realizará un inventario a los equipos que pasen el 100 % de la sesión de pruebas.
- Selección del equipamiento: se llevará acabo la selección de equipos de acuerdo a la configuración que se tiene para cada uno de los nodos.
- Entrega de equipos: una vez seleccionado los equipos se procederá al envío de los mismos a cada uno de los sitios. A partir de este momento la DGSSS se hará cargo del resguardo.

Los cinco puntos mencionados anteriormente tienen como finalidad garantizar que los equipos que se le entregarán a la DGSSS, y que al final se instalarán, habrán pasado por un proceso administrativo y técnico que nos permitirá agilizar la integración y puesta en operación de la red.

La implementación de los equipos se llevará acabo en el siguiente orden:

- Sistemas de microondas. Se llevará acabo la instalación de 6 sistemas de microondas en el área metropolitana.
- Sistemas Marconi. En el nodo central se instalará el *backbone* de ATM.
- Sistemas de voz y datos. Se tiene proyectado la integración de 100 nodos a la nueva red.
- Sistema de monitoreo. Será una herramienta muy importante para la integración, puesta en operación y mantenimiento de la nueva red.

Considerando que sólo abarcaremos en el presente trabajo de tesis el 25% de la integración total de la red, los tiempos de implementación serán reflejados tomando este porcentaje como referencia.

Como actividades finales se llevará a cabo la integración de todos los documentos que se hayan generado durante todo el proyecto, como son: reportes de servicio, registros de números de inventario, bases de datos de los equipos, etc. Al final del proyecto se contempla la etapa de capacitación. La DGSSS propondrá un equipo de ingenieros, los cuales se harán cargo de la operación y administración de la nueva red.

En la tabla 4.1, se muestra el plan de trabajo de acuerdo con las actividades mencionadas previamente.

Actividad	Semanas																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recepción de equipos	■	■	■																	
Sesión de pruebas				■	■	■	■													
Inventario de equipos				■	■	■	■													
Selección del equipamiento					■	■	■	■												
Sistemas de microondas									■	■	■	■	■							
Sistemas ATM										■	■	■	■							
Sistema de monitoreo										■	■									
Sistemas de voz y datos											■	■	■	■	■	■	■			
Memoria técnica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Capacitación																			■	■
Entrega del proyecto al 25%																				■

Tabla 4.1. Programa de actividades de implementación.

4.2. Sistemas de microondas

Como ya se ha comentado, la implementación de esta nueva red conlleva a la integración de más unidades administrativas (nodos remotos) mediante sistemas de microondas. Es importante recordar que debido a la cantidad de usuarios, la distancia geográfica, las necesidades de anchos de banda, etc., se determinó que este tipo de interconexión sólo aplicaría para 6 nodos de la Red Metropolitana (Río Rhin, Fray Servando, Insurgentes Sur, Miguel Noreña, Hospital 20 de Noviembre y San Fernando).

En la figura 4.1 se muestra el esquema general de la red de microondas para cada uno de los sitios contemplados como parte de la Red Metropolitana.

Una vez mostrado el esquema general de interconexión, se enlistan las características generales de cada uno de los sistemas:

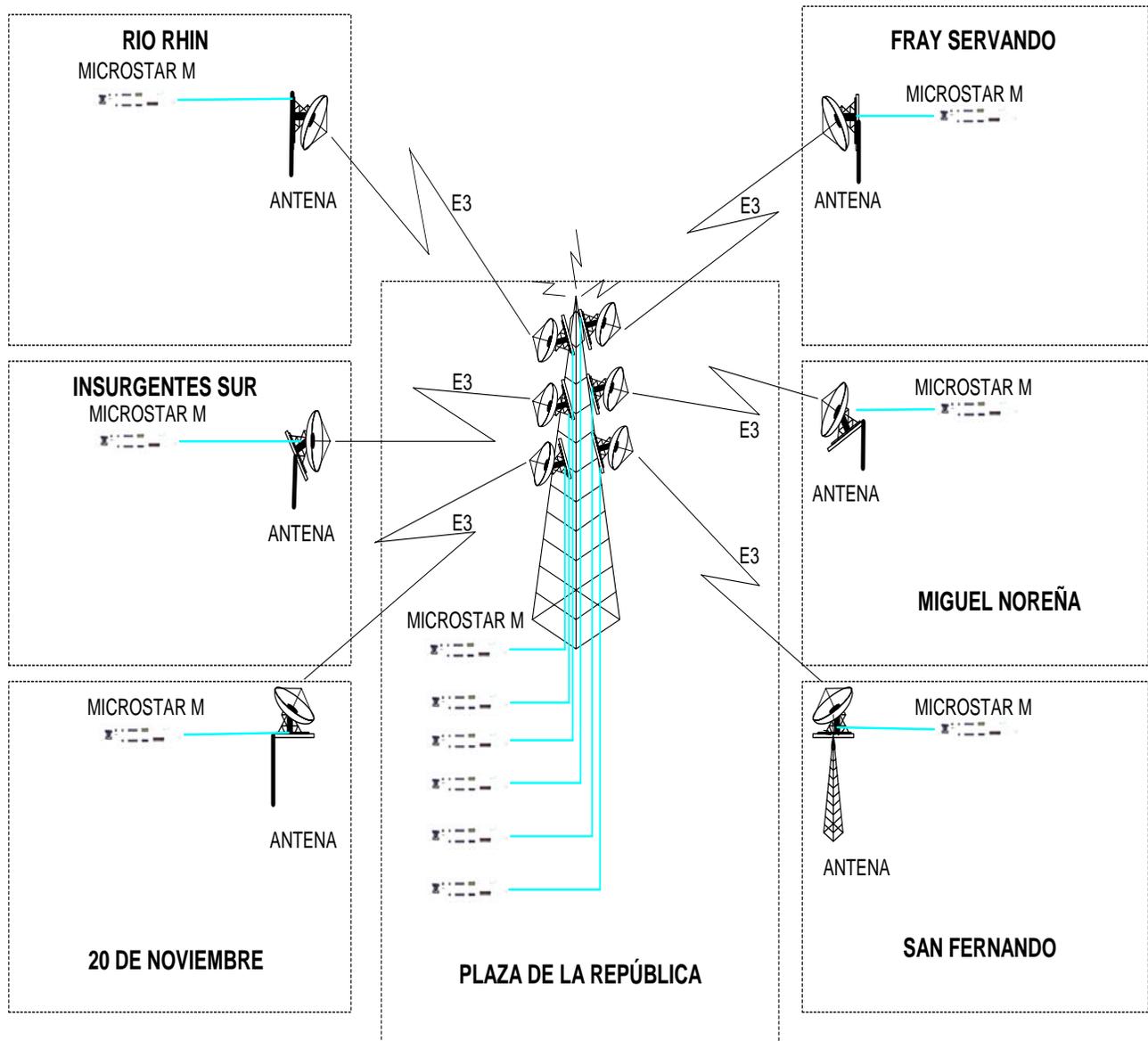


Figura 4.1. Esquema general de enlaces de microondas.

SISTEMA: Plaza de la República – Río Rhin

<p>Central Plaza de la República Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura: 9 metros Diámetro de la antena: 0.6 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión: 21367.5 MHz Frecuencia de Recepción: 22599.5 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>	<p>Central Río Rhin Infraestructura: Mástil Altura: 3 metros Diámetro de la antena: 0.6 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión: 22599.5 MHz Frecuencia de Recepción: 21367.5 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>
--	--

SISTEMA: Plaza de la República – Fray Servando

<p>Central Plaza de la República Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura de la torre: 18 metros Diámetro de la antena: 0.6 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:22100 MHz Frecuencia de Recepción: 23300 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>	<p>Central Fray Servando Infraestructura: Mástil Altura: 3 metros Diámetro de la antena: 0.6 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:23300 MHz Frecuencia de Recepción: 22100 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>
---	---

SISTEMA: Plaza de la República – Insurgentes Sur

<p>Central Plaza de la República Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura de la torre: 18 metros Diámetro de la antena: 0.6 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:22150 MHz Frecuencia de Recepción: 23350 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>	<p>Central Insurgentes Sur Infraestructura: Mástil Altura: 3 metros Diámetro de la antena: 0.6 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:23350 MHz Frecuencia de Recepción: 22150 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>
---	---

SISTEMA: Plaza de la República – Miguel Noreña

<p>Central Plaza de la República Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura de la torre: 18 metros Diámetro de la antena: 1.8 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:21395.5 MHz Frecuencia de Recepción: 22627.5 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>	<p>Central Miguel Noreña Infraestructura: Mástil Altura: 3 metros Diámetro de la antena: 1.2 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:22627.5 MHz Frecuencia de Recepción: 21395.5 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>
---	---

SISTEMA: Plaza de la República – 20 de Noviembre

<p>Central Plaza de la República Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura de la torre: 18 metros Diámetro de la antena: 1.8 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:21650 MHz Frecuencia de Recepción: 22850 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>	<p>Central 20 de Noviembre Infraestructura: Mástil Altura: 3 metros Diámetro de la antena: 1.2 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión:22850 MHz Frecuencia de Recepción: 21650 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1</p>
---	---

SISTEMA: Plaza de la República – San Fernando

Central Plaza de la República Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura de la torre: 18 metros Diámetro de la antena: 1.8 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión: 21339 MHz Frecuencia de Recepción: 22571.5 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1	Central San Fernando Infraestructura: Torre autosoportada T45 Altura de la torre: 36 metros Diámetro de la antena: 1.8 metros Equipo: Microstart M Frecuencia de Transmisión: 22571.5 MHz Frecuencia de Recepción: 21339 MHz Capacidad digital: 1xE3 + 1x1E1
--	---

A continuación se mencionan algunos datos referentes a la estructura de las torres y sobre algunos de los accesorios necesarios para la instalación.

4.2.1. Implementación de los enlaces de microondas

A manera de ejemplo se hará la descripción de la instalación de un sistema de microondas (Plaza de la República – 20 de Noviembre), el cual se tomará posteriormente como referencia para todos los demás casos, ya que las características técnicas y físicas son muy similares.

Implementación del Nodo Central

En el nodo central se instalarán los 6 radios correspondientes a cada uno de los nodos del sistema de microondas. El equipamiento interior será instalado en el cuarto de telecomunicaciones que contará con un gabinete cerrado de 19 pulgadas con ventilación integrada. Tendrá una barra multicontactos y un rectificador para alimentar el sistema radiante.

La torre autosoportada se implementará en la azotea del inmueble. Estará a una altura de 36 metros, esto es considerando los 13 pisos del inmueble. La torre tendrá una altura de 18 metros y soportará las 6 antenas. Incluirá: 6 tramos de torre de 3 metros modelo T-45, obra civil, ancla para base, anclas de piso, cable de acero 3/16", tornillería, pintura de acuerdo a las recomendaciones de la SCT (Secretaria de Comunicaciones y Transportes) y misceláneos.

Se instalará un sistema de protección (tierra física) contra descargas eléctricas. Incluirá pararrayos, cable del número doble cero, varilla cobre, minerales, tubo de albañal y soldadura cadwell. Con lo anterior se deberá garantizar una resistencia menor o igual a 0.5 ohms.

El sistema de luces de obstrucción que se instalará incluye: 2 lámparas en rojo natural con focos de 8,000 horas, cable de uso rudo de 2 hilos calibre 14.

Como consideración final se tiene, la aplicación de esmalte acrílico especial para torres de estructura metálica conforme a las normas establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Su aplicación deberá ser como lo especifica el artículo No. 38 del reglamento de Aeronáutica Civil: instalación de tornillería en las torres, unión entre los tramos, anclajes y abrazaderas, instalación de opresores mecánicos en las retenidas y puntos de la estructura, puesta en operación del sistema de luces de obstrucción (lámparas, *sockets*, capuchones, cable de alimentación y fotocelda), la instalación del sistema de tierra física, así como la medición de ésta por medio de instrumentos que nos garanticen un valor exacto. Al final se deberán hacer ajustes de nivel en la estructura de la torre.

Implementación de nodos remotos

En el caso de los nodos remotos, el mástil de 3 mts. será instalado en la parte superior del edificio, tendrá una placa terminal en la parte inferior para su colocación sobre el concreto, la altura del inmueble es de aproximadamente 35 mts. quedando la antena sobre el mástil a 1.5 mts. de altura.

El tipo de antena es 1.2 mts. de diámetro, el cable de transmisión para estos equipos es coaxial RG9, va conectado desde la antena colocada en el mástil hasta el cuarto de telecomunicaciones, donde se ubica el radio. El cable estará sujetado con cinturones de seguridad en toda su trayectoria vertical, la canalización se hará con tubería de 2" de diámetro en material galvanizado, correrá desde el mástil hasta el cuarto de telecomunicaciones.

Se instalará un sistema de protección para descargas atmosféricas (pararrayos) que irá en la parte superior del mástil, estará conectado por medio de cable de cobre doble cero a un sistema de tierra física, los extremos de este cable serán unidos mediante opresores mecánicos de cobre para evitar que por corrosión no tengan el contacto adecuado.

En el cuarto de telecomunicaciones se instalará un *rack* de 19 pulgadas fijado al piso con taquetes de expansión y al techo con tirantes de aluminio, estará protegido contra descargas eléctricas mediante un cable de cobre de calibre 12, conectado al mismo sistema de tierra física, por otro lado, el radio estará montado en el *rack* y conectado a un sistema de respaldo de energía en línea.

Al término de las instalaciones correspondientes en los nodos central y remoto, se deberán de revisar los niveles de potencia y ganancia en los puntos de prueba del control automático de ganancia que tienen los radios, se correrá una prueba de 24 horas para detectar errores en la transmisión y recepción, así como posibles pérdidas de enlace. De resultar positiva la prueba se dará por terminada la instalación.

4.3. Backbone de ATM

El *backbone* de ATM tendrá una topología en estrella formado por 6 nodos remotos y el central, como se muestra en la figura 4.2.

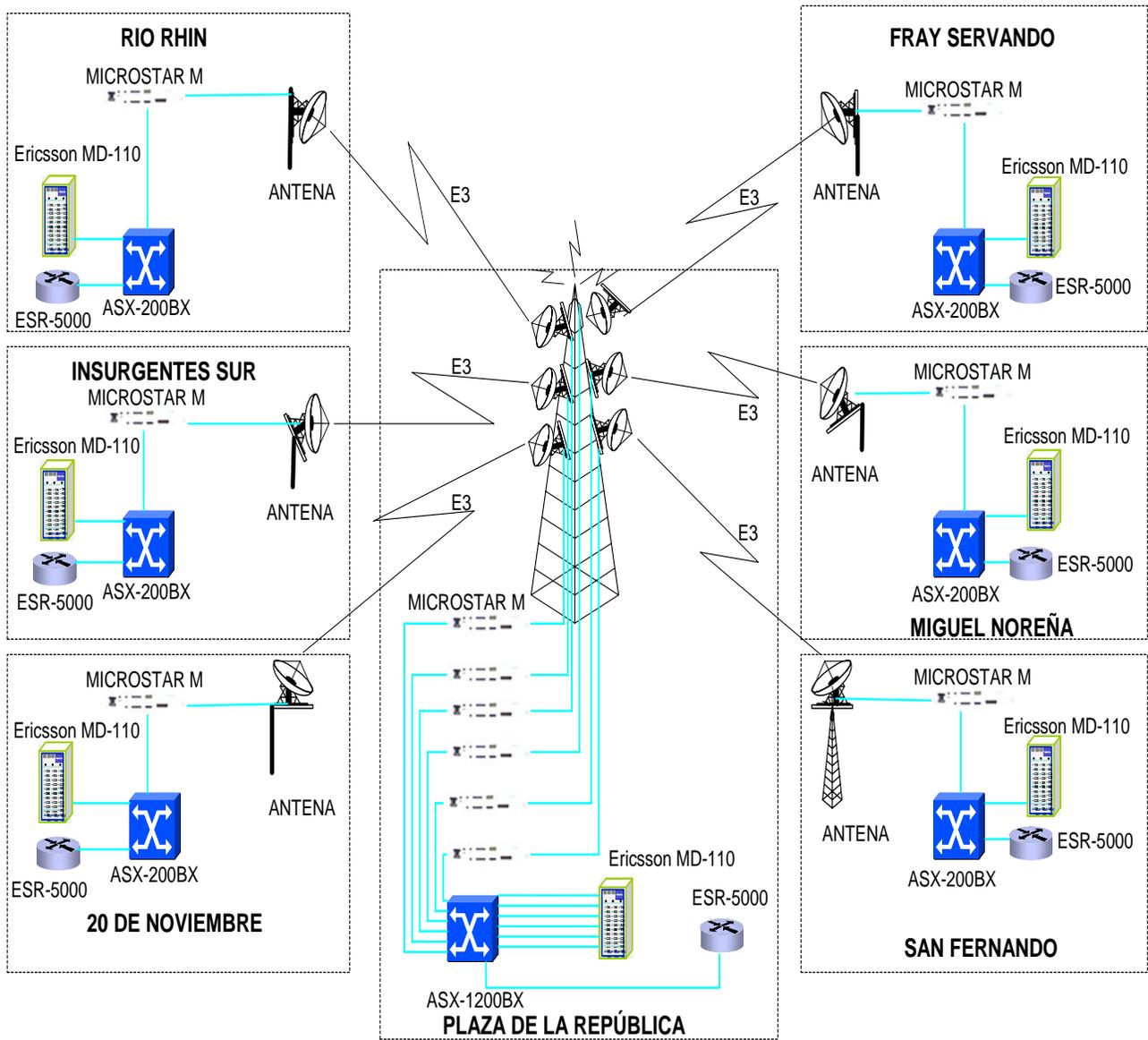


Figura 4.2. Backbone de ATM.

El backbone es la parte medular de la nueva red, se diseñó de tal manera que sea capaz de soportar todas y cada una de las aplicaciones actuales y futuras, está conformado de la siguiente forma:

en el nodo central se cuenta con un switch de marca Marconi modelo ESR-5000 para el manejo de los datos y se conserva el conmutador central de marca Ericsson Modelo MD-110 compuesto por varios módulos para el manejo de la voz. El conmutador y el switch se

conectan directamente al switch central ATM de la marca Marconi modelo ASX-1200BX, a su vez al switch ATM se le conectarán 6 radios de la marca Harris modelo Microstar M que serán los encargados de recibir los enlaces de microondas provenientes de las antenas. Para ello se cuenta con 6 antenas, conectadas cada una a un radio que reciben los enlaces E3, provenientes de los nodos remotos ubicados en Río Rhin, Fray Servando, Insurgentes, Miguel Noreña, 20 de Noviembre y San Fernando.

En el nodo remoto se recibe el enlace E3 mediante una antena, esta antena se conecta con un radio Harris modelo Microstar M, el radio a su vez se conecta con un switch ATM Marconi modelo ASX-200BX. La voz se envía a un conmutador Ericsson MD-110 y los datos a un Switch Marconi modelo ESR-5000. La configuración es la misma para cada uno de los nodos remotos.

En el Nodo central los equipos se montarán en un gabinete cerrado de 19 pulgadas con ventilación integrada y un sistema de respaldo de energía en línea. En los nodos remotos los equipos se montarán en un *rack* de 19 pulgadas, fijado al piso y al techo, debidamente aterrizado a un barra de cobre para protegerlos de descargas eléctricas y con un sistema de respaldo de energía en línea.

La configuración y puesta en marcha de estos equipos se llevará a cabo en el siguiente orden:

- Río Rhin/Fray Servando (primer semana)
- Insurgentes Sur/Miguel Noreña (segunda semana)
- 20 de Noviembre/San Fernando (tercera semana)
- Plaza de la República (cuarta semana)

La DGSSS estableció el orden por cuestiones de las facilidades para el acceso, avances en el acondicionamiento de los cuartos de telecomunicaciones e importancia del nodo. Al final se dejó el nodo central, ya que será ahí donde se activarán todos los enlaces de forma simultánea.

4.4. Sistemas de telefonía IP

Se realizará una ampliación de los servicios de voz, esto significa que la red tendrá un incremento en cuanto a usuarios y sitios a interconectar. El esquema que se manejará estará basado en relación a la cantidad de servicios que demanda la DGSSS.

Recordemos que la DGSSS cuenta ya con una red privada de voz consistente de conmutadores Ericsson, modelos BP-250 y MD-110, los cuales están instalados en la Red Metropolitana y en la Red Nacional. La ampliación se llevará a cabo en los dos ambientes, con un sistema basado en telefonía IP llamado Sphere.

La figura 4.3 nos muestra el esquema de operación de un sistema de voz sobre IP Sphere.

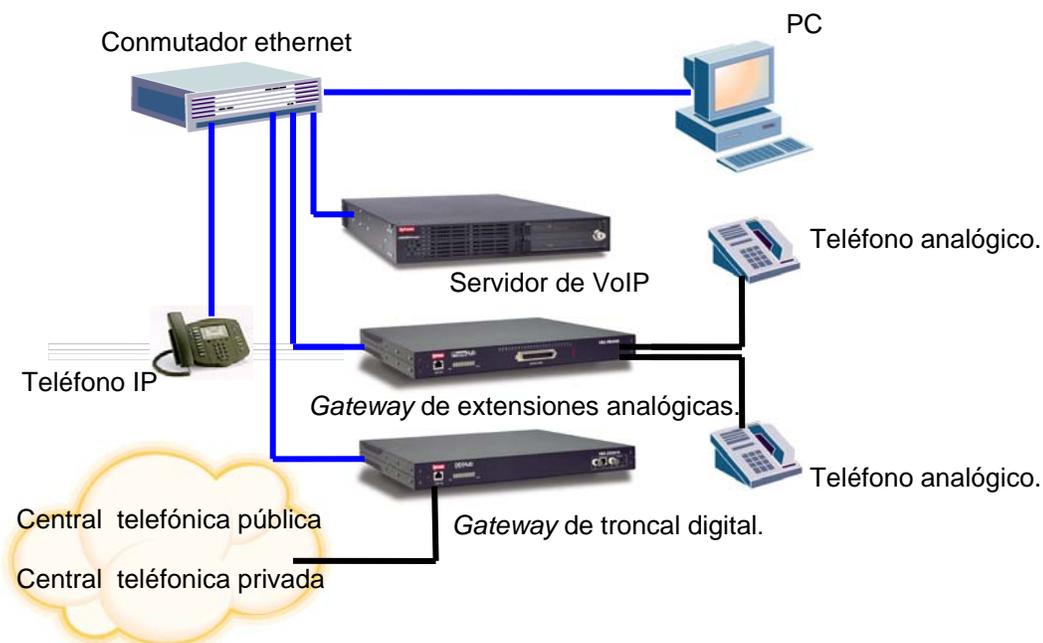


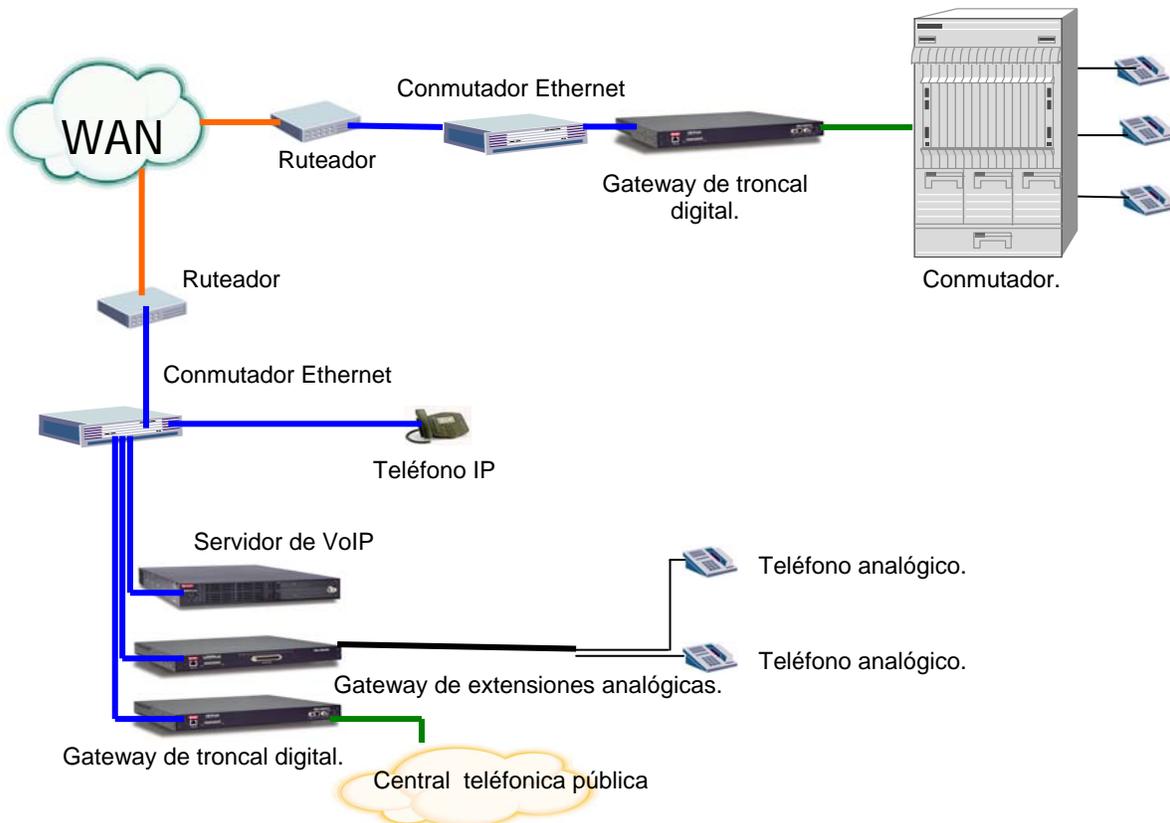
Figura 4.3. Esquema general voz sobre IP Sphere.

Las funciones que realiza cada uno de los dispositivos es la siguiente:

- Servidor de VoIP: administra y controla cada uno de los dispositivos que se van incorporando a la red de voz (*Gateway* de extensiones, *Gateway* de troncal y teléfonos IP), es el corazón de nuestro sistema.
- *Gateway* de extensiones analógicas: este dispositivo provee puertos de voz analógicos.
- *Gateway* de troncal digital: este dispositivo nos provee de un enlace digital que permite la interconexión con una central pública o privada.
- Teléfonos IP: provee el servicio de voz con facilidades superiores a un teléfono analógico.

Como se puede observar todos los dispositivos están conectados a través de un conmutador de datos Ethernet. Esta particularidad si se compara con un sistema tradicional de telefonía no tiene ninguna restricción en cuanto a la modularidad que se pretenda tener, en otras palabras, si se requiere en algún punto de la red de sólo extensiones analógicas, bastará con llevar un *Gateway* de extensiones y conectarlo a la red. Dada esta conexión, el servidor de VoIP lo detectará y le enviará la configuración vía

red, lo cual hará que el nuevo dispositivo pueda establecer comunicación a cualquier dispositivo que ya esté en red. En otro caso, si lo que se necesita es interconectar un nodo en el cual ya existe un conmutador de voz, la solución será instalar un gateway de troncal digital hacia el conmutador de voz. Con esto todos los usuarios podrían comunicarse con cualquier usuario de la red Sphere. En la figura 4.4 se presenta un ejemplo de lo descrito



anteriormente.

Figura 4.4. Comunicación IP Sphere con un conmutador de voz.

La migración de la red se realizará añadiendo un ruteador 7206 de la VPN a la red existente de la DGSSS. Se utilizará ruteo estático en el ruteador de interconexión para indicar las rutas hacia las redes que ya se vayan migrando a la VPN, y se anunciarán a la red Frame Relay mediante redistribución.

La figura 4.5 muestra la integración de la red Frame Relay con la VPN.

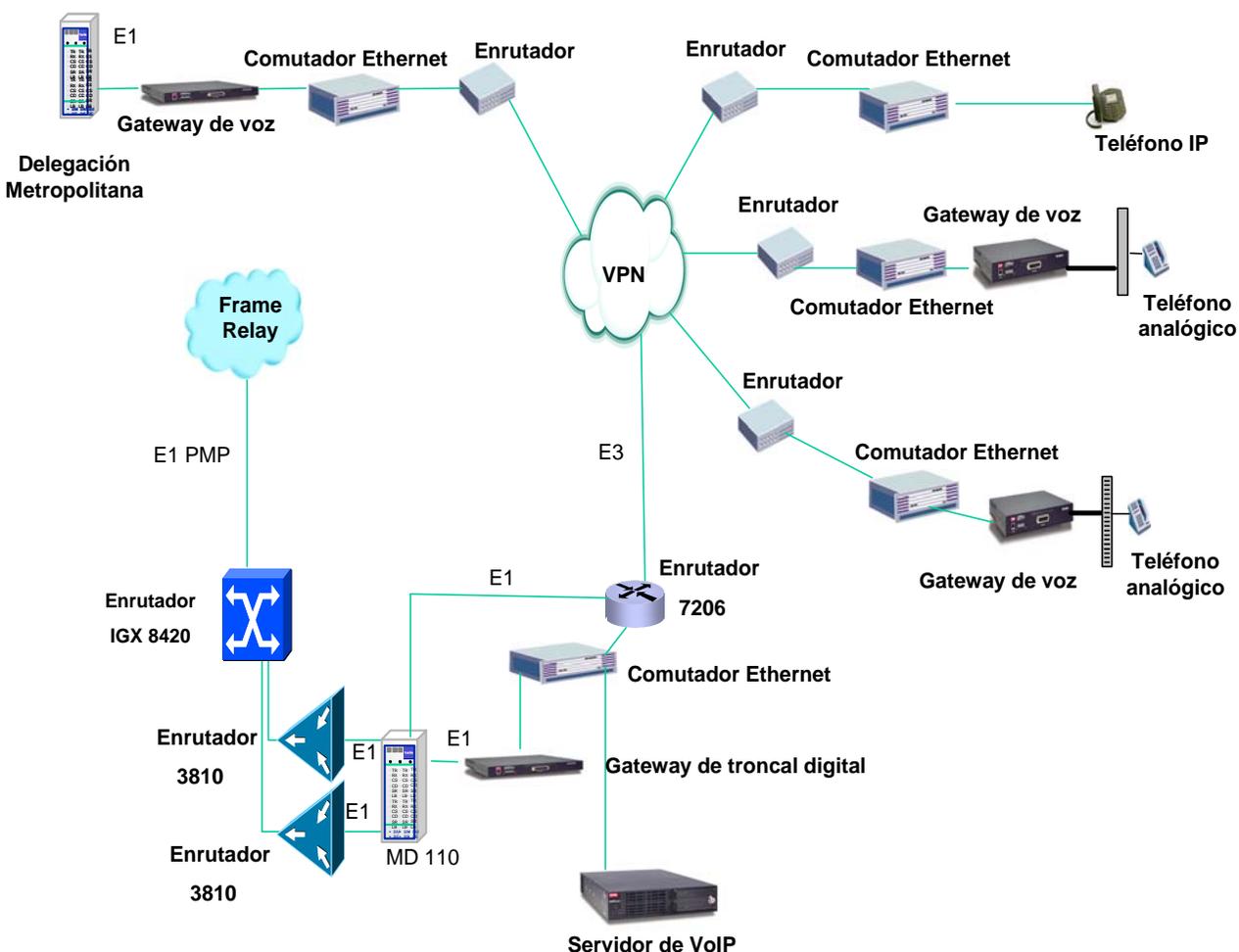


Figura 4.5. Integración de la red Frame Relay con la VPN.

A continuación se describirá cada uno de los esquemas que se implementarán de acuerdo a los diferentes tipos de servicios para la integración de la red privada de voz.

Caso No. 1

Para la conectividad de estos sitios a la red VPN será necesaria la instalación y configuración de un ruteador marca cisco modelo 1760, un conmutador de datos marca 3Com modelo *Office Conect* y un *Gateway* de voz de 24 puertos analógicos, los cuales estarán conectados como lo muestra la figura 4.6.

Dichos equipos se montarán en *racks* de 19 pulgadas, se tiene que conectar al sistema de tierra física para su debida protección contra descargas eléctricas. Posteriormente se debe validar que la unidad de acceso se encuentre sin alarmas, para garantizar que el enlace hacia la VPN esté listo para empezar a cursar el tráfico de voz y datos que se genere al momento de poner en operación los equipos.

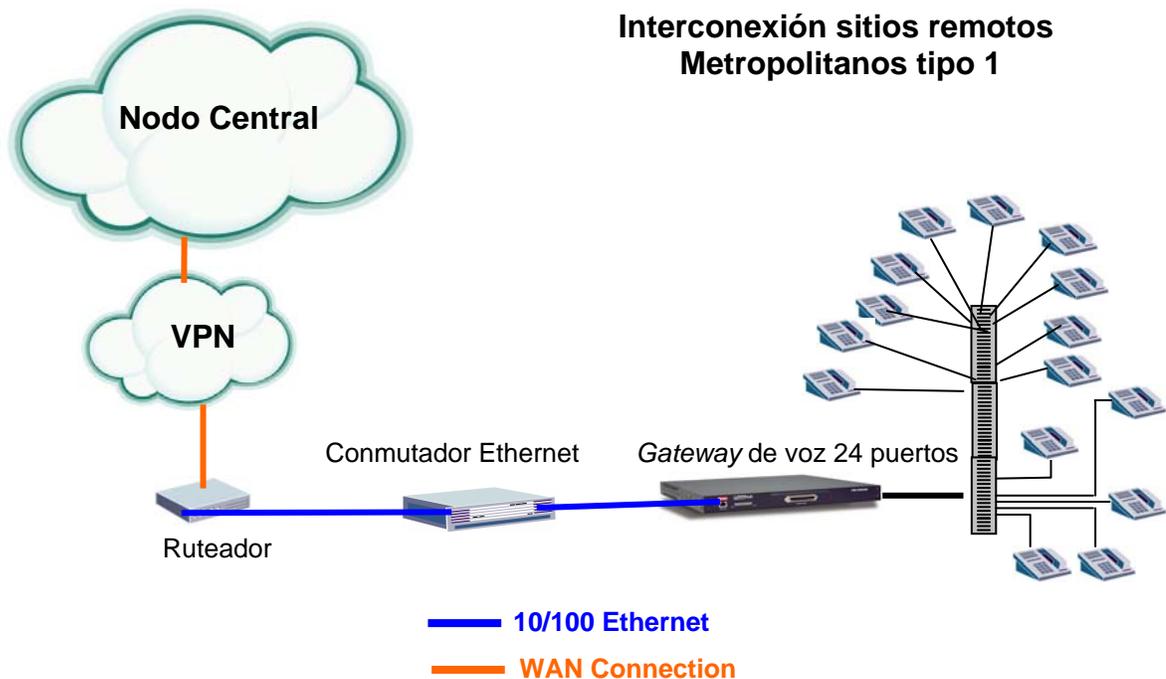


Figura 4.6. Esquema de conectividad caso 1.

El cableado del gateway de voz se realizará mediante un cable de 24 pares, que será rematado en una regleta tipo 66. El cableado horizontal de la red de voz y datos será responsabilidad de la DGSSS. En caso de que el nodo ya cuente con una red local se migrarán todas las computadoras al nuevo conmutador de datos.

Una vez terminadas las actividades mencionadas se realizarán pruebas de voz y datos, que consistirán en:

Voz

- Se realizará una llamada entre extensiones del mismo equipo.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión IP del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión analógica del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde el nodo principal.
- Se realizará una llamada hacia y desde un nodo de la nube de Frame Relay.
- En el caso de que no sea el primer nodo que se activa, se deberá realizar una llamada a otro nodo de la red VPN.

Datos

- Se confirmará que todas las interfaces se encuentren habilitadas.
- Se enviará un *ping* continuo desde el ruteador hacia el servidor de VoIP.
- Se conectará una computadora directamente al puerto Ethernet del ruteador y se deberá comprobar que puedan navegar por la página web de la DGSSS.
- Por último se realizará la prueba anterior pero desde la computadora del enlace informático.

Cabe mencionar que todas y cada una de las pruebas serán validadas por personal de la DGSSS, por personal del proveedor, por el ingeniero responsable de la activación y por el personal de monitoreo. Una vez que todos los involucrados den su visto bueno, el nodo quedará validado satisfactoriamente y con estatus de activado.

Caso No.2

Para la conectividad de estos sitios a la red VPN será necesario la instalación y configuración de un ruteador marca Cisco modelo 1760, un conmutador de datos marca 3COM modelo *Office Connect* y tres teléfonos IP, los cuales estarán conectados como lo muestra la figura 4.7.

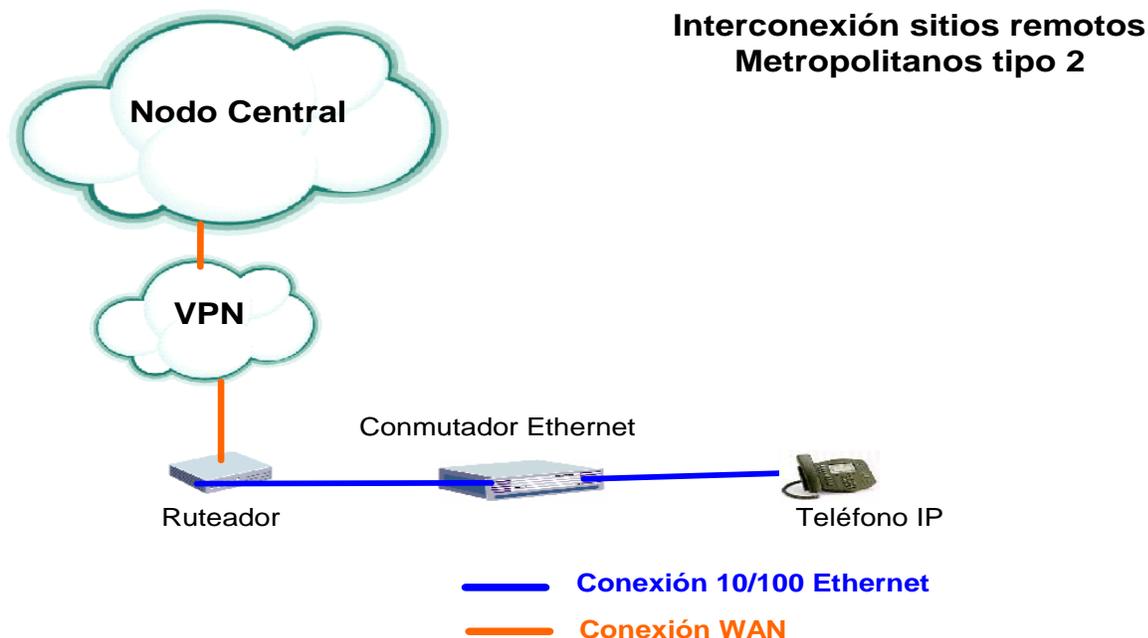


Figura 4.7. Esquema de conectividad caso 2.

Los equipos se montarán en *racks* de 19 pulgadas, se tiene que conectar al sistema de tierra física para su debida protección contra descargas eléctricas. Posteriormente se

debe validar que la unidad terminal de red se encuentre sin alarmas, para garantizar que el enlace hacia la VPN esté listo para empezar a cursar el tráfico de voz y datos que se genere al momento de poner en operación los equipos.

El cableado horizontal de la red de voz y datos será responsabilidad del la DGSSS. En caso de que el nodo ya cuente con una red local se migrarán todas las computadoras al nuevo conmutador de datos.

Una vez terminadas las actividades mencionadas se realizarán pruebas de voz y datos, que consistirán en:

Voz

- Se realizará una llamada entre los teléfonos IP.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión IP del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión analógica del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde el nodo principal.
- Se realizará una llamada hacia y desde un nodo de la nube de Frame Relay.
- En el caso de que no sea el primer nodo que se activa, se deberá realizar una llamada a otro nodo de la red VPN.

Datos

- Se confirmará que todas las interfaces se encuentre habilitadas.
- Se enviará un *ping* continuo al servidor de VoIP.
- Se conectará una computadora directamente al puerto Ethernet del ruteador y se deberá comprobar que puedan navegar por la página web de la DGSSS.
- Por último se realizará la prueba anterior pero desde la computadora del enlace informático.

Cabe mencionar que todas y cada una de las pruebas serán validadas por personal de la DGSSS, por personal del *carrier*, por el ingeniero responsable de la activación y por el personal de monitoreo. Una vez que todos los involucrados den su visto bueno, el nodo quedará validado satisfactoriamente y con estatus de activado.

Caso No. 3

Para la conectividad de estos sitios a la red VPN será necesario la instalación y configuración de un ruteador marca Cisco modelo 1760, que deberá estar equipado con

tres puertos de voz, un conmutador de datos marca 3Com modelo *Office Connect*, los cuales estarán conectados como lo muestra la figura 4.8.

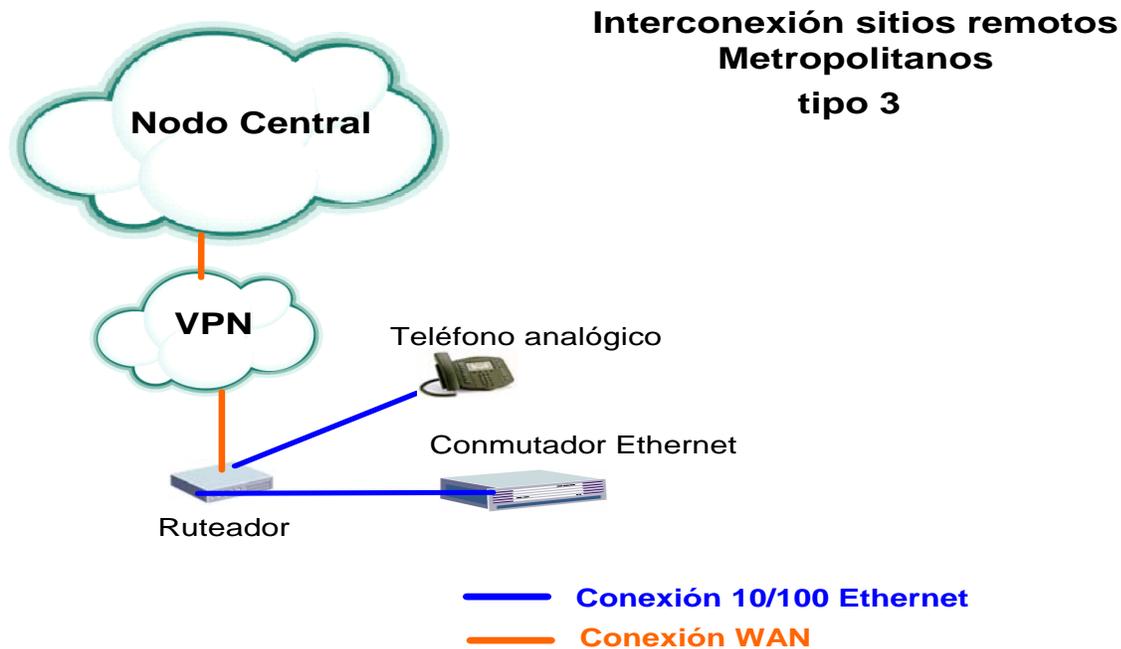


Figura 4.8. Esquema de conectividad caso 3.

Dichos equipos se montarán en *racks* de 19 pulgadas, se tiene que conectar al sistema de tierra física para su debida protección contra descargas eléctricas. Posteriormente se debe validar que la unidad de acceso se encuentre sin alarmas, para garantizar que el enlace hacia la VPN esté listo para empezar a cursar el tráfico de voz y datos que se genere al momento de poner en operación los equipos.

El cableado de los puertos de voz que entregará directamente el equipo Cisco se realizará mediante un cable telefónico, que será rematado en una regleta tipo 66. El cableado horizontal de la red de voz y datos será responsabilidad de la DGSSS. En caso de que el nodo ya cuente con una red local se migrarán todas las computadoras al nuevo conmutador de datos.

Una vez terminadas las actividades mencionadas se realizarán pruebas de voz y datos, que consistirán en:

Voz

- Se realizará una llamada entre extensiones del mismo equipo.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión IP del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión analógica del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.

- Se realizará una llamada hacia y desde el nodo principal.
- Se realizará una llamada hacia y desde un nodo de la nube de Frame Relay.
- En el caso de que no sea el primer nodo que se activa, deberá realizar una llamada a otro nodo de la red VPN.

Datos

- Se confirmará que todas las interfaces se encuentren habilitadas.
- Se enviará un *ping* continuo al servidor de VoIP.
- Se conectará una computadora directamente al puerto Ethernet del ruteador y se deberá comprobar que puedan navegar por la página web de la DGSSS.
- Por último se realizará la prueba anterior pero desde la computadora del enlace informático.

Cabe mencionar que todas y cada una de las pruebas serán validadas por personal de la DGSSS, por personal del *carrier*, por el ingeniero responsable de la activación y por el personal de monitoreo. Una vez que todos los involucrados den su visto bueno, el nodo quedará validado satisfactoriamente y con estatus de activado.

Caso No. 4

Para la integración a la red VPN de las delegaciones que se encuentran en el Valle de México (Norte, Poniente, Oriente y Sur) será necesario la instalación y configuración de un ruteador marca Cisco modelo 2651, un conmutador de datos marca 3Com modelo *Office Connect* y un *Gateway* de troncal digital, que permitirá que el conmutador instalado opere de manera transparente en la red VPN, los cuales estarán conectados como lo muestra la figura 4.9.

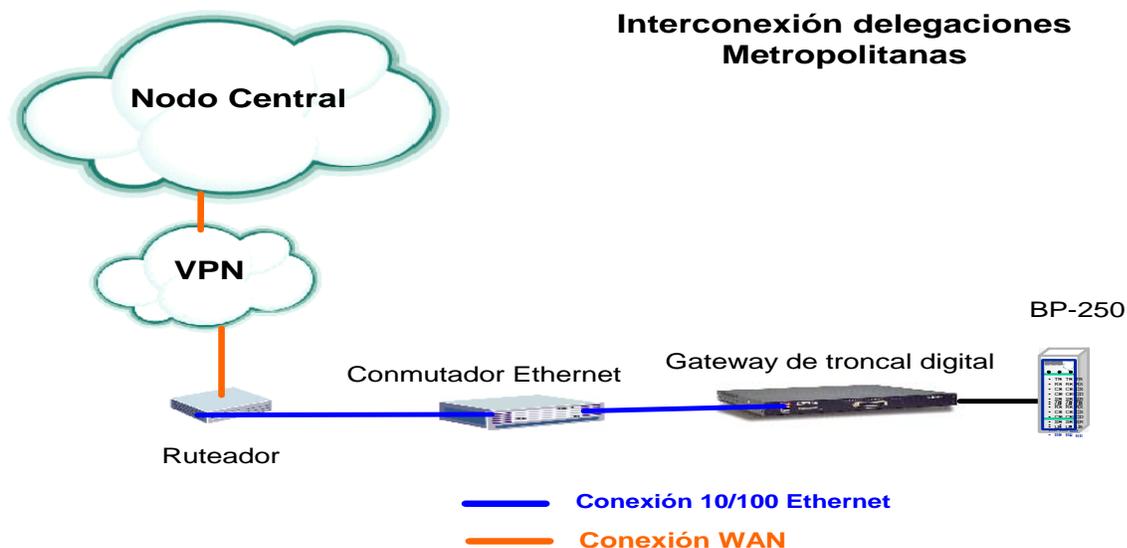


Figura 4.9. Esquema de conectividad caso 4.

Los equipos se montarán en *racks* de 19 pulgadas, se tiene que conectar al sistema de tierra física para su debida protección contra descargas eléctricas. Posteriormente se debe validar que la unidad de acceso se encuentre sin alarmas, para garantizar que el enlace hacia la VPN esté listo para empezar a cursar el tráfico de voz y datos que se genere al momento de poner en operación los equipos.

El cableado del *gateway* de troncal digital se realizará mediante un cable coaxial con conectores BNC en un extremo y en el otro un conector propietario de Ericsson, en estos sitios está garantizado que el cableado horizontal de la red de voz y datos ya existe, por lo que sólo tendremos que migrar todas las computadoras al nuevo conmutador de datos.

Una vez terminadas las actividades mencionadas se realizarán pruebas de voz y datos, que consistirán en:

Voz

- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión IP del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde una extensión analógica del sistema Sphere que se encuentre en el nodo central.
- Se realizará una llamada hacia y desde el nodo principal.
- Se realizará una llamada hacia y desde un nodo de la nube de Frame Relay.
- En el caso de que no sea el primer nodo que se activa, se deberá realizar una llamada a otro nodo de la red VPN.

Datos

- Se confirmará que todas las interfaces se encuentre habilitadas.
- Se enviará un *ping* continuo al servidor de VoIP.
- Se conectará una computadora directamente al puerto Ethernet del ruteador y se deberá comprobar que puedan navegar por la página web de la DGSSS.
- Por último se realizará la prueba anterior pero desde la computadora del enlace informático.

Cabe mencionar que todas y cada una de las pruebas serán validadas por personal de la DGSSS, por personal del proveedor, por el ingeniero responsable de la activación y por el personal de monitoreo. Una vez que todos los involucrados den su visto bueno, el nodo quedará validado satisfactoriamente y con estatus de activado.

4.5. Validación por parte del cliente

Para efectos de la validación por parte del cliente, se elaborarán formatos en donde se concentrará la información principal que corresponderá a los equipos de voz, datos, etc., así como a los sistemas de microondas. Esta información servirá para:

- La elaboración de la memoria técnica.
- El respaldo para los procedimientos de cobranza.
- El expediente interno de proyectos.
- El soporte técnico para los mantenimientos correctivos.

El protocolo que se seguirá para la elaboración de estos formatos es:

- Entrega del equipo al personal de la DGSSS para su resguardo, previa verificación del equipamiento de hardware contenido en cada uno de los dispositivos.
- Verificación de las condiciones que permitan llevar a cabo la puesta a punto del nodo a configurar, para que no haya retrasos en la instalación.
- Realizar la instalación conforme al tipo de conexión establecida para el sitio en cuestión.
- Puesta en marcha y configuración de acuerdo con el plan de numeración y direccionamiento.
- Pruebas de funcionamiento que serán validadas por parte del personal de la DGSSS.

Una vez terminada la instalación y habiendo realizado las pruebas necesarias en conjunto con personal de la DGSSS, para corroborar el correcto funcionamiento de los equipos, se procederá a recabar la información solicitada en los formatos que a continuación se anexan. Posteriormente se le pedirá al enlace informático o encargado de la DGSSS que verifique la información contenida en los documentos de conformidad que correspondan con la actividad realizada, de no existir observaciones y/o inconformidades, se le pedirá que firme y selle dichos documentos que avalan la conclusión del servicio a satisfacción de la DGSSS. Los formatos a utilizar son:

- Inventario de microondas.
- Inventario de voz y datos.
- Inventario de servicios entregados.

A continuación se muestran los formatos que se utilizarán en cada uno de los sitios para firma de terminación del servicio.

<u>INVENTARIO DE MICROONDAS</u>						
Central RBS :		Enlace :				
Dirección :						
Responsable :						
Telefono:						
<u>EQUIPO INSTALADO:</u>						
Equipo de Fuerza :	tipo _____	capacidad _____	marca _____			
Sistema de 1er. Orden :	tipo _____	capacidad _____	marca _____			
Sistema de Transmisión :	tipo _____	capacidad _____	marca _____			
Otros Sistemas :	tipo _____	capacidad _____	marca _____			
Equipo de Trasmisión			Condiciones de Sala			
Ajuste de Voltajes	<input type="text"/>		Acceso	<input type="text"/>		
Ajuste de Frecuencia	<input type="text"/>		Alumbrado	<input type="text"/>		
Probar Conmutación	<input type="text"/>		Limpieza	<input type="text"/>		
Inspección de Tierras físicas	<input type="text"/>		Clima	<input type="text"/>		
Revisión de sistema radiante	<input type="text"/>					
Observaciones :						
<u>CONFIGURACION LOCAL</u>						
	Radio 1		Radio 2		S.M.M.	
Codigo ML					Codigo	
No. Serie					No. Serie	
Trafico					Trafico	
Vol. Alimentación					Vol. Alimentación	
AGC (Volts)					Unidad de Control	
AGC (dBm)					Unidad de MUX 1	
Polarización					Unidad de MUX 2	
No. Canal					Unidad de Switch	
Comunicación					Unidad de Conexión	
<u>PROGRAMACION</u>						
Revisión del Programa	CSS	BBU	CSS	BBU	REV/CU CSS	
RECHNO					UNMOD 1	
UNMOD 1					UNMOD 2	
CH 1					CH 2	
Works 1 B					SMMA ID	
TRAMA ID					SMMB ID	
AGC Treshold					TRMB 1 ID	
TRMA ID					TRMB 2 ID	
TRMB ID					# TRMAS EAC	
UAS						
SES						
ES						

INVENTARIO DE EQUIPO DE VOZ Y DATOS

Datos sitio del Cliente :

Cliente : _____ Pto. de Contacto : _____
 Nodo. _____ Coordinador _____
 Calle : _____ Tel. Pto. de Contacto: _____
 Colonia: _____ Tel. Coordinador: _____
 Delegación : _____ Orden Metasol _____
 Ciudad : _____ NS: _____
 C.P. _____

Fecha de entrega del equipo: _____ Fecha de instalación del equipo: _____
 Fecha de entrega del servicio: _____

LEVANTAMIENTO EN SITIO

Alimentación Eléctrica

Toma de corriente polarizada () Si () No
 Voltajes: Fase Neutro 120+/- 10% Vca () Si () No
 Voltajes:Neutro Tierra =< 1 Volt () Si () No

Sistema de Tierra Física:

Sistema de Tierra Barra física () Si () No
 Resistencia del sistema de tierra < 5 Ohms () Si () No

Respaldo de Energía Eléctrica (UPS) o Baterías

Instalar UPS () Si () No

Fabricante : _____
 Modelo : _____
 No. de Inventario de Avantel : _____
 Voltaje de Entrad:TV _____ Volts AC
 Voltaje de Salida : _____ Volts AC

Aire Acondicionado:

Temperatura (20° a 25° C) () Si () No
 Humedad relativa 50% +/- 10 () Si () No

Fuente de Alimentación

Fuente de Alimentación: () Si () No

Fabricante : _____

Modelo : _____

No. de Serie del Fabricante : _____

No. de Inv. del proveedor: _____

Voltaje de Entrada : _____

Voltaje de Salida : _____

Paneles de Distribución y Rack

El proveedor instaló Panel Distribución () Si () No

El proveedor instaló Rack () Si () No

Avantel instaló sistema de Tierras () Si () No

Panel de Fus. : () Si () No

No. de Serie del Fabricante : _____

Avantel instaló charola () Si () No

INVENTARIO DE EQUIPO TERMINAL DE USUARIO INSTALADO EN EL SITIO DEL CLIENTE

CPE instalado en el cliente:

Equipo(s): () Descanalizador () Router () PBX () Otro (Especifique): _____

Marca: _____ Modelo: _____

No. Serie Fab.: _____ No. Serie proveedor: _____

Mod. Interfase WAN: () V.35 () G-703 Cantidad de Ptos WAN: _____

Mod. Interfase LAN: () RJ-45 () DB-9 Cantidad de Ptos LAN: _____

Interfase FXS: () 2 () 4 () 8/4 Puertos N/S del Fabricante: _____

Interfase FXO: () 2 () 4 () 8/4 Puertos N/S del Fabricante: _____

Interfase:E&M () 2 () 4 () 8/4 Puertos N/S del Fabricante: _____

Tarjetas de Troncales Digitales: _____ N/S del Fabricante: _____

Modelo Tarjeta 1: _____ N/S del Fabricante: _____

Modelo Tarjeta 2: _____ N/S del Fabricante: _____

Tarjetas de Extensiones: _____ N/S del Fabricante: _____

Modelo Tarjeta 1: _____ N/S del Fabricante: _____

Modelo Tarjeta 2: _____ N/S del Fabricante: _____

Accesorios: _____ No. de Parte Accesorios _____

Formato No.	Nombre del Formato	Fecha de Rev.	Revisión	Aprobado por:	Página
CR-0000-02	Carta de Resguardo equipo CPE		2.0	Diseño y Administración	1 de 2

ENTREGA DE SERVICIOS					
Instalación Nueva		Servicios adicionales:			
Instalación	() Si () No	Visita extras:	() Si () No		
Servicio Avantel _____		Prestamos:	() Si () No		
POC Activación Avantel _____		Integración:	() Si () No		
Reubicación y/o Migración:		Otros: _____			
Desmontaje	() Si () No				
Traslado:	() Si () No				
Instalación:	() Si () No				
COMENTARIOS			LAYOUT		
<hr/>					
FIRMAS					
<hr/> Nombre del Cliente		<hr/> Puesto			
<hr/> Nombre representante proveedor		<hr/> Puesto.			
<small>Formato No.</small>	<small>Nombre del Formato</small>	<small>Fecha de Rev.</small>	<small>Revisión</small>	<small>Aprobado por:</small>	<small>Página</small>
CR-0000-02	Carta de Resguardo equipo CPE		2.0	Diseño y Administración	2 de 2

4.6. Sistema de monitoreo

Una actividad necesaria e indispensable en cualquier sistema de gestión de red es el monitoreo. En el nodo central se adecuará con todo lo necesario (energía regulada, sistema de respaldo de energía en línea, iluminación, mobiliario, etc.) para llevar a cabo esta función. El área que fungirá como mesa de ayuda estará integrada por un grupo de 4 ingenieros, que como funciones principales tendrán:

- Asistir de forma remota en cada una de las instalaciones si es necesario.
- Proporcionará soporte a los técnicos que así lo requieran.
- Será el canal de comunicación con los técnicos y el proveedor.
- Llevará el control de cada una de las activaciones que se vayan generando.
- Dará soporte técnico a los usuarios que lo requieran.
- Supervisará el funcionamiento y desempeño de la red, mediante el monitoreo que se realizará las 24 hrs. del día los 365 días del año.

La herramienta que se instalará para este fin es Vital Net, su objetivo principal es proporcionar a la DGSSS la información necesaria para la administración del desempeño de su red, para así obtener el mejor aprovechamiento de los recursos de la VPN que se está proponiendo.

VitalNet le proporcionará a la DGSSS las siguientes facilidades y beneficios.

- La DGSSS conocerá y aplicará los SLA's (Service Level Agreement, Niveles de Servicio Acordados) a la parte de la red que administrará y con eso mejorará la experiencia del servicio que el proveedor proporcionará.
- Se reducirán los riesgos al tener un control de SLA's, cualquier desviación en el comportamiento puede ser investigada y corregida de manera oportuna. Con eso la DGSSS puede investigar de manera proactiva las razones de dicha desviación, con ello se facilitará la labor de la mesa de ayuda, minimizando la intervención de los ingenieros en la resolución de problemas locales.
- Uso eficiente de los recursos existentes: infraestructura, gente y conocimiento.
- Reduce costos aplicando dicho enfoque. La DGSSS necesitará de menos intervenciones en situaciones que están fuera de contrato, determinando de antemano la causa del problema.
- Le permite a la DGSSS obtener proyecciones a futuro de la utilización de los recursos de red, planificando la inversión.

- Reduce los riesgos, alertará a los responsables de la administración de la red de nuevas necesidades o de problemas potenciales, que pudieran implicar costos no planeados en la prestación del servicio de la VPN.
- Se identificará de manera rápida los enlaces PVC/WAN que son cuellos de botella antes que las aplicaciones se vean impactadas.
- Se verificará el correcto desempeño de las aplicaciones y su operación a fin de optimizarlas.
- Monitoreo de desempeño de todos los elementos de la red.
- Provee de un conjunto detallado de reportes que informan la disponibilidad y desempeño de los distintos elementos de red.
- Permite la creación de reportes personalizados que incluya sólo información relevante para el usuario o administrador.
- Una sola interfaz de administración y concentración de la información.
- Capacidad flexible de auto-descubrimiento y actualización ante cambios sobre elementos de la red.

Vital Net es una herramienta que genera reportes sobre el desempeño de la red mediante una interfaz web, en donde el usuario puede generar reportes y adecuarlos a sus necesidades sobre el servicio que obtiene de la red. La figura 4.10 nos muestra las características principales de la herramienta de desempeño de la red propuesta como parte de la solución.

Vital Net está basado en SNMP (Simple Network Management Protocol, Protocolo Simple de Administración de Red), por lo que no ocasiona otro gasto alguno en los dispositivos a administrar, ni configuraciones extrañas en estos; tampoco ocasiona incrementos desmedidos del tráfico de las redes en las cuales se instala y la afectación al CPU de los dispositivos es despreciable y casi nula.

Consulta las variables SNMP de los dispositivos y las representa en gráficas y tablas que pueden obtenerse de manera fácil vía una interfaz web y ser exportadas en PDF o enviadas en este formato directamente a los buzones electrónicos de los administradores de la red de manera regular. También mantiene un registro histórico de las mediciones que realiza para que puedan ser consultadas de manera dinámica por la interfaz web.

Esta información puede ser obtenida de manera automática con reportes estándares o por reportes personalizados por el usuario. Los reportes pueden ser tanto de utilización y/o desempeño de algún recurso de la red, o de planeación y las tendencias del uso futuro de los recursos de la red.

Vital Net funciona desde un servidor dedicado el cual corre el sistema operativo Windows NT 4.0 o superior y MSSQL server 7.0 o superior, lo cual representa plataformas bien conocidas para los usuarios que minimizan el conocimiento requerido para su

utilización. También al usar MSSQL server nos permite exportar los datos en forma de texto delimitado por comas, tabuladores etc., para que el usuario pueda realizar y analizar los informes y gráficas en cualquier hoja de cálculo disponible en el mercado.

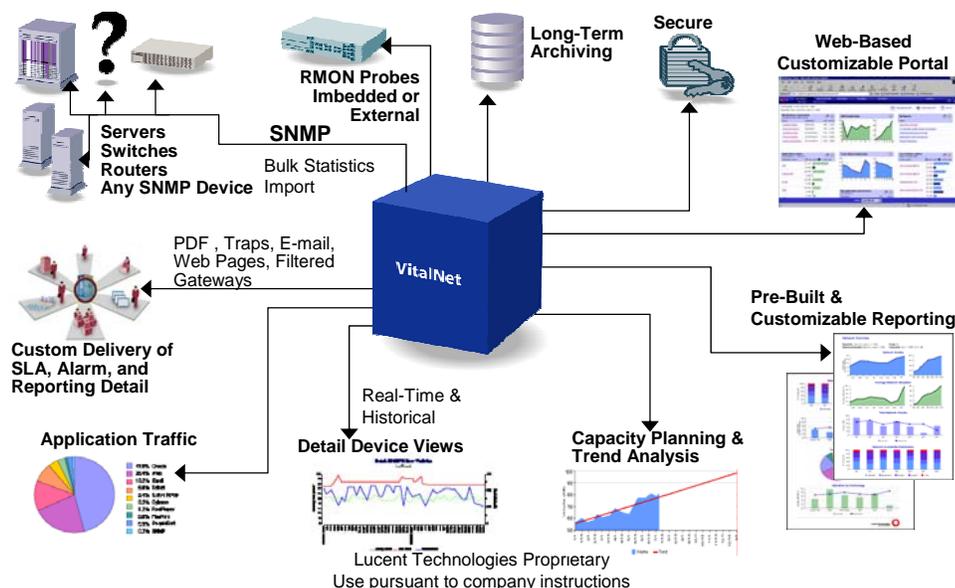


VitalNet

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations



- Solución para el monitoreo en el desempeño de la red
- Reporte flexible endemanda o tiempo real
- Vistas particionadas y seguras para clientes, divisiones o localidades (Management, Planning y Operations)



12

Figura 4.10. Características principales de la herramienta de desempeño.

Otra ventaja es que no utiliza los servicios de publicación de web de Microsoft, conocidos por su inestabilidad y alto uso de recursos del servidor. En su lugar utiliza una versión de Apache web Server, estándar mundial para publicación web, conocido por su amplia versatilidad y estabilidad en el funcionamiento.

Todo esto permite que en un servidor de bajo nivel, de los disponibles hoy en día como Pentium III, 512 MB RAM y de 10 a 50 GB disponibles en disco duro, se puedan analizar y monitorear hasta 10 000 recursos de red (un dispositivo de red típico consume 20 recursos en promedio, lo cual nos da en total 500 dispositivos de red monitoreables). Si se da la situación de que se agoten los recursos del servidor, se tiene la opción de optar por una plataforma distribuida, que permita manejar más recursos de red usando más servidores, o también para distribuir el tráfico de monitoreo, en el caso en que se requiera.

Para la DGSSS se pretende implementar una plataforma de monitoreo que le permita conocer el estado de toda su red. Para ello se implementará un servidor de Vital Net en el edificio de Plaza de la República, donde actualmente existe el centro de operaciones principal. Se requiere que los equipos sean alcanzables a nivel IP con el servidor de Vital Net.

Los accesos serán restringidos mediante usuarios y contraseñas. Se implementará el acceso al servidor para 5 usuarios y se les capacitará para administrar y configurar las vistas y definir que información será almacenada en el servidor. Estos usuarios a su vez serán capaces de crear tantos usuarios como sea necesario, para que sólo consulten la información que requieren.

4.7. Estimación de recursos humanos

En relación a las personas que intervendrán en el proyecto se involucrarán desde la etapa de diseño, implementación, cierre y entrega, debido a que esa es la parte medular del trabajo de tesis.

Para este proyecto será necesario crear un grupo trabajo que cuente con la participación de ingenieros, técnicos especializados, personal administrativo, así como de ayudantes generales, los cuales tendrán una función específica e importante para el buen término en tiempo y forma del proyecto. A continuación se mencionarán las funciones de cada uno de los involucrados.

Consultores

Son los encargados del diseño total de la red. Deberán proporcionar los esquemas de integración de la red y los diagramas de conectividad, Esto lo podrán llevar a cabo habiendo realizado un estudio de la red actual en conjunto con personal de la DGSSS. Por último, serán los encargados de generar las órdenes de compra para todos los equipos e infraestructura que serán necesarios.

Líder de proyecto

Tiene como tareas principales administrar los recursos financieros y humanos, proveer de todo lo necesario (herramienta, equipo, medios de comunicación, etc.) a los técnicos para que lleven a cabo su trabajo, elaborar los planes de trabajos necesarios, validar dichos planes con la DGSSS, supervisar el desempeño de los técnicos, asistir a las reuniones de seguimiento, y por último generar, validar y entregar la memoria técnica del proyecto al usuario.

Técnicos especialistas

Tienen como tareas principales validar el programa de instalaciones, solicitar reportes de servicio, correr pruebas de rutina previamente a los equipos, presentarse en sitio en tiempo y forma de acuerdo a lo establecido en el plan de trabajo, instalar, configurar, realizar pruebas de conectividad, pruebas de voz y datos con el personal de monitoreo, dar una breve explicación de cómo y para que sirven los equipos instalados, validar con el usuario el correcto funcionamiento de la red, recabar firma y sello de conformidad una vez terminada la instalación.

Personal de monitoreo

Asistirá y de ser necesario de forma remota a cada una de las instalaciones, proporcionará soporte a los técnicos que así lo requieran, será el canal de comunicación con los técnicos y el proveedor de los enlaces, llevará el control de cada una de las activaciones que se vayan generando, dará soporte técnico a los usuarios que lo requieran, supervisará el funcionamiento y desempeño de la red, mediante el monitoreo que se estará realizando las 24 hrs. del día los 365 días del año.

Personal de Almacén

Serán los encargados de resguardar, inventariar y asignar a los técnicos todos y cada uno de los equipos e infraestructura que se haya considerado.

Personal Administrativo

Tendrá como tareas principales entregar las órdenes de servicio a los técnicos, llevar el control de las órdenes de servicio que se vayan generando, documentará toda la información que el proyecto genere (memoria técnica) y fungirá como enlace de comunicación interno (líder de proyecto, técnicos, personal de monitoreo, etc.).

Personal de contabilidad

Al finalizar el proyecto la gente del área de contabilidad tendrán como única tarea ingresar la factura respaldada con todas las órdenes de servicio y con la memoria técnica para el buen cobro del proyecto.

En la tabla 4.2 se muestra la cantidad total de personal que estará involucrado en el proyecto.

En la tabla 4.3. se presenta la estimación de los gastos para sueldos del personal involucrado en la implementación de la solución propuesta. Se contempla el sueldo mensual de cada uno de los recursos humanos y se toma como gasto total del proyecto un período de 6 meses. En la última parte de la tabla se tiene un rubro denominado viáticos, el cual está compuesto por el hospedaje y la alimentación. Para llegar a la cifra total que

se encuentra en la columna gasto total del proyecto, se toman en cuenta 18 semanas y a un total de 16 técnicos con un gasto semanal de \$2,500.00 pesos.

Personal	Cantidad
Consultores	2
Lideres de proyecto	1
Técnicos	16
Personal de monitoreo	4
Personal de almacén	2
Administrativo	2
Contabilidad	1

Tabla 4.2. Personal involucrado en el proyecto.

Sueldo del personal involucrado en el proyecto			
Personal	Cantidad	Sueldo Mensual	Gasto total en el proyecto
Consultores	2	\$20,000.00	\$80,000.00
Líder de proyecto	1	\$15,000.00	\$90,000.00
Técnicos	16	\$10,000.00	\$960,000.00
Personal de monitoreo	4	\$8,000.00	\$192,000.00
Personal de almacén	2	\$6,000.00	\$72,000.00
Administrativo	2	\$15,000.00	\$180,000.00
Contabilidad	1	\$20,000.00	\$120,000.00
Viáticos (hospedaje y alimentación)			\$720,000.00
Total			\$2,414,000.00

Tabla 4.3. Sueldos del personal involucrado en el proyecto.

4.8. Estimación de recursos materiales

Los costos presentados a continuación van en relación con el precio proporcionado por los distribuidores autorizados de los fabricantes. En algunos casos los precios son dados directamente por el fabricante, es decir, con base en el volumen de compra el fabricante establece un valor más bajo en los precios, permitiendo hacer más rentable el proyecto, ya que si se había proyectado con precios de lista podemos obtener descuentos adicionales. En la tabla 4.4 se presentan los costos de los equipos Cisco necesarios para cada uno de los nodos.

Solución Cisco			
Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Subtotal
Cisco 7206VXR	\$801,240.00	1	\$801,240.00
Cisco 1760 Router	\$37,895.00	80	\$3,031,600.00
Cisco 2651 Router	\$57,145.00	20	\$1,142,900.00
Cisco SD216 16 puertos 10/100	\$1,320.00	100	\$132,000.00
Total			\$5,107,740.00

Tabla 4.4. Costos de equipo Cisco.

Para la solución de voz sobre IP se presenta en la tabla 4.5 el desglose de los costos de cada equipo involucrado en la solución.

Solución Sphere			
Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Subtotal
Sphericall Manager Software	\$94,600.00	1	\$94,600.00
Servidor de VoIP	\$24,200.00	1	\$24,200.00
PhoneHub	\$95,931.00	50	\$4,796,550.00
CoHub	\$104,115.00	20	\$2,082,300.00
Teléfonos IP	\$4,939.00	90	\$444,510.00
Instalación de servidor de VoIP	\$10,411.50	1	\$10,411.50
Instalación de PhoneHub	\$9,593.10	50	\$479,655.00
Instalación de CoHub	\$10,411.50	20	\$208,230.00
Instalación de teléfono IP	\$493.90	90	\$44,451.00
Total			\$8,184,907.50

Tabla 4.5. Costos de equipo Sphere.

Para los 6 sitios de microondas se presentan los costos en la tabla 4.6

Solución Harris			
Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Subtotal
Istema Harris Microstar M/H	\$277,619.00	6	\$1,665,714.00
Torre	\$10,000.00	2	\$20,000.00
Mástil	\$5,000.00	5	\$25,000.00
Instalación del Radio Microstar M/H	\$15,000.00	6	\$90,000.00
Cargo inicial del proveedor	\$50,000.00	6	\$300,000.00
Costos de operación primer año	\$570,761.90	6	\$3,424,571.40
Total			\$5,525,285.40

Tabla 4.6. Costos de equipo Harris.

Para la topología de estrella del backbone de ATM se presentan los costos de la solución en la tabla 4.7. Los costos de instalación y puesta a punto son calculados al 10% del valor del equipo. Esto es para cada equipo en cuestión, si son 6 equipos a instalar y configurar, el total será el 10 % del valor del equipo por 6.

Solución Marconi			
Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Subtotal
Switch ATM ASX-1200BX	\$1,791,718.50	1	\$1,791,718.50
Switch ATM ASX-200BX	\$775,346.00	6	\$4,652,076.00
Switch central ESR-5000	\$957,385.00	1	\$957,385.00
Switch remoto ESR-5000	\$601,095.00	6	\$3,606,570.00
Instalación de ASX-1200BX	\$179,171.85	1	\$179,171.85
Instalación de ASX-200BX	\$77,534.60	6	\$465,207.60
Instalación de switch Central ESR-5000	\$95,738.50	1	\$95,738.50
Instalación de switch remoto ESR-5000	\$60,109.50	1	\$60,109.50
Total			\$11,807,976.95

Tabla 4.7. Costos de equipo MARCONI.

La suma de cada uno de los conceptos tecnológicos involucrados nos da el siguiente resultado:

Total recursos materiales	\$30,531,309.85
----------------------------------	------------------------

4.9. Estimación de los costos totales

El costo total del proyecto es la suma del gasto total estimado en los recursos materiales, más el gasto total estimado en los recursos humanos y adicionando un 10% como gastos de administración.

Total recursos materiales	\$ 30,531,309.85
Total recursos humanos	\$ 2,414,000.00
Gastos de Administración	\$ 3,294,530.98
Gran total	\$ 36,239,840.83

4.10. Capacitación

Como parte integral de la solución está considerada la capacitación que se proporcionará a los administradores de la red de la DGSSS, para lo cual se han considerado varios factores:

- Perfil técnico de los administradores.

- Alcance de la capacitación.
- Duración en días y horas.
- Tecnología instalada.

Perfil técnico

En la DGSSS existen ingenieros que fungen como enlaces informáticos en cada uno de los sitios. Sin embargo, la administración de la red se tiene concentrada en el nodo central. Debido a esto, sólo el personal que tiene ingerencia directa en los equipos y por ende en la administración de la red, será el personal que estará considerado en los planes de capacitación.

Los requisitos que deberán cumplir son: conocimientos en equipos de voz y datos, enrutamiento, protocolos de red, aplicaciones de software, entre los más importantes.

Alcance

La correcta administración de una red multiservicio es fundamental. De ahí la importancia de la transferencia de los conocimientos necesarios de configuración y mantenimiento al personal de la DGSSS para mantener operando de forma óptima la red de la DGSSS.

Duración

Se tienen contempladas 4 semanas que estarán divididas en dos sesiones por día. La primera de 10:00 AM a 14:00 PM y de 16:00 PM a 20:00 PM, contabilizando 40 horas semanales que dan como gran total 160 horas continuas de capacitación, de las cuales un 80% serán de práctica. Se adecuará un área en las oficinas de la DGSSS, en donde se instalarán los equipos a utilizar para este fin.

Tecnología instalada

Existirá una gran variedad de equipos, marcas y modelos, por lo que se formaran grupos de acuerdo a la tecnología en la que estarán involucrados los administradores.

- Voz sobre IP.
- Microondas.
- Datos y enrutamiento.
- Herramienta de monitoreo.

En este capítulo se obtuvo un panorama general de los aspectos involucrados para llevar a cabo la implementación de una nueva red, se tomaron en cuenta aspectos tales como la elaboración de un plan de trabajo, se estimaron los recursos materiales y humanos y finalmente se hizo un estimado del costo total del proyecto.

Ahora se tiene la posibilidad de obtener los resultados y conclusiones.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1. Resultados

La propuesta de tesis nace de la necesidad imperiosa de contar con servicios de voz y datos que cubran las necesidades crecientes de comunicación e intercambio de información pronta y precisa, para la toma de decisiones en beneficio de los usuarios y en consecuencia para los derechohabientes de esta institución gubernamental de seguridad y servicios sociales.

Los objetivos que se plantearon para el desarrollo fueron los siguientes:

Proveer de una modernización tecnológica de los servicios existentes de voz y datos a través de infraestructura, que permita la utilización de aplicaciones avanzadas de telefonía y datos a las entidades de esta dependencia, para la mejor prestación de los servicios de Salud y Seguridad Social.

Como resultado de lo anterior, el desarrollo de la propuesta se concentró en 4 capítulos. En el primero se manejaron los conceptos generales que cubren los diferentes términos y significados utilizados a lo largo del desarrollo del proyecto. En el capítulo 2 se hizo un análisis y descripción de la red existente ilustrando mediante diagramas lo que corresponde a la Red Metropolitana y a la Red Nacional, describiendo en cada uno de los casos las particularidades de cada red. Por ejemplo, se pudo determinar que la Red Metropolitana es una red dividida en dos redes, una de datos y una de voz, que no sólo

comprende el área metropolitana si no que además forman parte de ésta, nodos remotos correspondientes a localidades cercanas al área metropolitana. Se determinó en este análisis que existen localidades con menos de 200 usuarios y localidades con más de 200 usuarios, lo cual definió el tipo de dispositivos a utilizar.

En la parte de la Red Nacional se pudo comprobar que está dividida en un nodo central y 5 nodos principales, Monterrey, Hermosillo, Aguascalientes, Tuxtla Gutiérrez y Oaxaca. El nodo central corresponde a la Red Metropolitana. A su vez cada nodo principal tiene integrado otras localidades (nodos remotos). Esta información nos permitió separar las localidades por la densidad de usuarios y que a su vez formaría parte de la información para el desarrollo del diseño de la nueva red que se menciona en el capítulo 3.

El análisis de la red existente permitió hacer una propuesta del diseño en donde se aprovecho una gran cantidad de los equipos existentes, sobre todo en la parte de voz. En la Red Metropolitana se propuso utilizar tecnología de microondas, por ser una solución más económica y fácil de implementar, con respecto a enlaces dedicados rentados con proveedores, además de que cumplió con todos los requerimientos de la DGSSS. La parte medular de la red está soportada por equipo Marconi con tecnología ATM. Lo que se busca con estos equipos es soportar los anchos de banda actuales y futuros en aplicaciones de voz, datos y video.

En el capítulo 4 se llegó a la parte final de la propuesta con la implementación del *backbone*, que está compuesto por una estrella formada por 6 nodos que cubren el área metropolitana. Como se mencionó, se utilizaron 6 localidades por el tipo de servicios que requieren, así como la cantidad de usuarios que existen. Se realizó el plan de trabajo, adicionalmente se mostraron las opciones de interconexión de voz sobre IP, cada una de las cuales se aplicaría según la localidad y el número de usuarios. Se estimaron los costos tanto materiales como humanos involucrados en el proyecto. Se anexaron los formatos de entrega recepción de servicios terminados a satisfacción de la DGSSS, y algo no menos importante es la transferencia del conocimiento a la gente encargada de la administración de la red de voz y datos de la DGSSS. Se buscó que fuera de forma práctica en donde se contemplaron los escenarios descritos en ese capítulo, de tal forma que esta capacitación fuera lo más apegado al desarrollo del proyecto.

Otro aspecto que se mencionó fue el monitoreo de la red. Con este tipo de herramientas se puede trabajar de forma proactiva, ya que al configurar los umbrales de referencia antes de que suceda una falla, ya se tiene información que permitirá realizar los ajustes necesarios para que no se presente.

Esto da como resultado que los objetivos de la propuesta fueron alcanzados de manera satisfactoria, ya que por una parte se logró llevar a la red existente a incrementar los anchos de banda, que permitirá a la institución mejorar los servicios de intercambio de información; por otra parte, se logró incrementar los servicios de telefonía con tecnología reciente y que por consiguiente les permitirá crecer de forma ordenada. En conjunto, esto traerá ahorros sustanciales, ya que al contar con equipo propietario no dependerán de la contratación de enlaces dedicados y por último se logró la integración de diferentes plataformas tecnológicas.

5.2. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha observado que no sólo intervienen factores técnicos en el diseño e implementación de una red multiservicios. Diversos factores que surgen de la necesidad de cubrir requerimientos específicos, dependiendo de los objetivos que se persigan de construir o actualizar una red, deben de ser tomados en cuenta para llegar a construir un proyecto exitoso de actualización e implementación de una red multiservicios.

En el caso de instituciones del tipo de la DGSSS, gran variedad de factores tienen especial importancia debido al número de usuarios que atienden, la cobertura, la especialización, la calidad esperada de servicios que se requiere de estas instituciones, y el presupuesto que tienen asignado. Lo anterior crea la necesidad de no sólo automatizar el manejo de la información, sino de proveer soluciones avanzadas de telecomunicaciones que permitan sentar las bases para el ahorro de recursos y al mismo tiempo, construir una infraestructura, en tiempo y formas requeridos.

De esta forma identificar los posibles riesgos de operación que se tienen por equipos obsoletos, especificar y delimitar claramente cuales son los alcances de los trabajos de actualización y los objetivos que se persiguen, y el estado de operación actual de una red, son las bases requeridas para iniciar el estudio de una actualización de una red existente y aprovechar cualquier combinación de tecnologías que permita obtener los costos de operación más bajos.

Parte importante también en cualquier proyecto es la planeación de los recursos materiales y humanos necesarios para la implementación de los equipos y tecnologías propuestos, con base en el estudio detallado de cada uno de los trabajos necesarios para la instalación de la infraestructura, y el grado de especialización requerido en el personal a cargo de esos trabajos. El control de los tiempos que se requieren para la puesta en marcha de una red de este tipo es una cuestión clave para el éxito o fracaso del proyecto.

La parte documental es de suma importancia para el buen control del proyecto y para revisar posibles desviaciones que se tengan por cualquier motivo. Se notó la necesidad de establecer procedimientos y formatos para documentar las instalaciones y llevar el control del proyecto y del personal. La realización de pruebas, antes de poner en producción la red en los diferentes nodos, es fundamental para el éxito y es la comprobación de la correcta aplicación de los diferentes análisis, comparativos, diseños y trabajos que se realizaron para tomar las decisiones respecto a la tecnología a utilizar y los equipos presentados. En todo diseño, es importante implementar herramientas de monitoreo como parte medular, que permitan conocer y auditar el desempeño de la red.

Se debe tomar en cuenta que toda nueva implementación de tecnología trae de la mano la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades que permitan dar al personal los elementos de análisis y resolución de problemas que se presentan alrededor de una red de este tipo. Al desarrollar únicamente el 25% de la actualización sugerida, aparte de simplificar el diseño y los trabajos necesarios para su realización, permite establecer un

punto de análisis que permitirá alcanzar este porcentaje, auditar el éxito o fracaso de los planteamientos.

La revisión de los logros alcanzados en este punto y la manera de como se alcanzaron, proporciona la oportunidad y/o la seguridad de seguir el camino correcto para extrapolar la solución al resto de la institución y dar las bases para la implementación de los servicios de tecnología de información y telecomunicaciones, que médicos y derechohabientes requieran para su mejor desempeño y satisfacción según corresponda.

Sólo resta mencionar que para obtener los resultados deseados, el usuario (trabajadores administrativos y de servicios, mandos medios y superiores, personal médico y el derechohabiente), tendrá que conocer, explotar muy bien y manejar las nuevas herramientas de comunicación que tendrá a su alcance.

Con base al éxito que se obtenga de esta implementación, se tendrá la pauta para la proposición de estas ideas a otras instituciones de este tipo, ya sean gubernamentales o privadas, que en estos momentos se encuentren trabajando en una plataforma tecnológica rezagada o difícil de mantener, y que por desconocimiento, no alcancen a proyectar que pudieran elevar el nivel de calidad de los servicios que proporcionan a sus beneficiarios, ayudando con esto a elevar el nivel de vida de la Sociedad Mexicana.

El hecho de tener limitantes económicas obligó a que en el diseño de la nueva red se conservaran equipos, tales como los conmutadores, y si bien es cierto que aún tienen capacidad de funcionar, es irremediable que ya son obsoletos y que en cierta forma no son capaces de manejar todas las bondades de los equipos que actualmente se encuentran en el mercado de las telecomunicaciones.

En cuanto a mejoras, se requiere realizar un estudio de tráfico de voz en la Red Metropolitana, mediante alguna herramienta de tarificación de llamadas, que permita conocer el volumen de tráfico de llamadas a horas pico y determinar con exactitud el número de canales requeridos para proporcionar el grado de servicio que se requiere en la Red Metropolitana.

También es deseable contar con mecanismos de protección en los enlaces de Microondas, como redundancia del tipo 1+1 en transmisores y receptores en los enlaces de la Red Metropolitana para mejorar su disponibilidad. Con el cambio de tecnología a plataforma IP-PBX en la Red Nacional, existe la posibilidad de “movilidad o *telecommuting*” de las extensiones IP, dado que esta nueva plataforma permite hacer y recibir llamadas telefónicas hacia cualquier extensión del sistema, y aun fuera de éste, desde una computadora portátil con hardware multimedia usando un teléfono IP basado en software. Esto da la oportunidad al usuario de viajar con una computadora portátil a cualquiera de los puntos de esta gran red y conservar la misma extensión y más aún, de generar accesos remotos seguros, con software cliente VPN a la Red IP de la DGSSS desde Internet, a fin de poder hacer llamadas desde cualquier lugar con conexión a Internet, sin incurrir en gastos de Larga Distancia.

Los años de estudio de la carrera proporcionaron las herramientas técnicas necesarias para entender y analizar las tecnologías que, día a día, se desarrollan y que particularmente utilizamos en este proyecto.

Cabe hacer mención que la Universidad ha ayudado en la formación como individuos con carácter responsable dentro de nuestra sociedad. Si bien es cierto que la carrera tiene un enfoque técnico, las materias de humanidades han cumplido su objetivo de integración a la sociedad de una manera responsable.

Dicho conocimiento permitió la sensibilización sobre la labor social de la DGSSS y de las necesidades emanadas de sus funciones, así como para la comprensión del marco legal existente que rige la implementación de proyectos como el expuesto en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Antonio Becerra Terón, José Joaquín Cañadas Martínez, Manuel Torres Gil
“Microsoft Fundamentos de Redes Plus: curso oficial de certificación de MCSE”
Microsoft Corporation, McGraw Hill Interamericana.
2. Brandt, Hartmut, ***“ATM Signalling : Protocols and Practice”***, edición 2001, J. Willey.
3. B. P. Lathi, ***“Sistemas de Comunicación”***, edición 1986, Nueva Editorial Interamericana.
4. Comer, Douglas E, ***“Internetworking with TCP/IP”***, edición 1991, Prentice Hall.
5. Daniel Minoli, Emma Minoli, ***“Delivering voice over frame relay”***, edición 1998, J. Wiley.

6. John Dunlop, Geoffrey Smith, **“Ingeniería de las Telecomunicaciones”**, edición 1988, G. Pili.
7. León Clark David, **“Guía para el Administrador de Redes Privadas Virtuales RPV”**, edición 2001, Mc Graw Hill.
8. Néstor González Sainz, **“Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos”**, edición 1987, McGraw Hill.
9. Norris, Mark, **“Designing the total area network : Intranets, VPN's and enterprise networks explained”**, edición 2000, J. Wiley.
10. Rafael Arechiga G., **“Introducción a la Informática”**, edición 1980, Limusa.
11. Roberto Escalona García, **“Comunicación de Datos, Redes de Computadores y Sistemas Abiertos”**, edición 1998, Addison Wesley.
12. Uyles Black, **“Redes de Computadoras Protocolos, Normas e Interfaces”**, edición 1990, Macrobit: Ra-Ma.

Paginas WEB

<http://www.spherecom.com>

<http://www.avaya.com>

<http://www.ericsson.com>

<http://www.cisco.com>

<http://www.3com.com>

<http://www.damovo.com>

<http://www.marconi.com>

<http://www.cisco.com>

<http://www.3com.com>

APÉNDICES

- A. Especificaciones técnicas del Switch: Cisco IGX 8400 Series Switch
- B. Especificaciones técnicas del Concentrador de Acceso Multiservicio: Cisco MC3810
- C. Especificaciones técnicas del Modular Access Router: Cisco 1760
- D. Especificaciones técnicas del Router: Cisco 3600 Series
- E. Especificaciones técnicas del Radio digital: HARRIS Microstar M
- F. Características: Sphere System
- G. Características y facilidades: SphericaII Manager Server
- H. Descripción de: SphericaII Manager
- I. Características y Facilidades: PhoneHub
- J. Características y Facilidades: COHUB
- K. Teléfonos IP
- L. Bioclima de la Ciudad de México

APÉNDICE A

Especificaciones técnicas del Switch: Cisco IGX 8400 Series Switch

Cisco IGX 8400 Series Switch Specifications

COMMON MODULES

Network Processor Module (NPM)

- Contains system software and controls the switch
- Provides distributed intelligence via communication with other network nodes
- Provides interface-to-network management

INTERFACE MODULES

Universal ATM Switch Module (UXM)

- Four OC-3/STM-1 (MMF) ports per module
- Two or four OC-3/STM-1 (SMF) ports per module
- Three or six T3/E3 ports per module
- Four or eight T1/E1 ports per module with inverse multiplexing over ATM (IMA) functionality
- 128,000 cells of buffering per module
- Per-VC queuing and dynamic buffer management

Universal Frame Relay Module—Model C (UFM-C)

- Four or eight T1/E1 ports per module (channelized or unchannelized)
- Frame Relay-to-ATM service interworking
- Per-VC queuing and dynamic buffer management
- Traffic management to Cisco routers
- Enhanced Local Management Interface (ELMI) to Cisco routers

Universal Frame Relay Module—Model U (UFM-U)

- Up to 12 V.35 or X.21 ports per module
- Up to four HSSI ports per module
- Frame Relay-to-ATM service interworking
- Per-VC queuing and dynamic buffer management
- Traffic management to Cisco routers
- ELMI to Cisco routers

Frame Relay Modules (FRM)

- Up to four V.35 or X.21 ports per module
- One T1/E1 port per module (channelized or unchannelized)
- Per-VC queuing and dynamic buffer management
- Traffic management to Cisco routers

Universal Voice Module (UVM)

- Two T1/E1/J1 ports per module
- 32-kbps, 24-kbps, 16-kbps ADPCM compression based on G.721, G.723, G.726 standards
- 16-kbps LD-CELP compression based on G.728 standard
- 8-kbps CS-ACELP compression based on G.729 and G.729A standards
- D-channel compression
- VAD
- Onboard echo cancellation
- Fax Relay and modem detection

Channelized Voice Module (CVM)

- One T1/E1/J1 port per module
- Standards-based 32-kbps, 24-kbps, 16-kbps ADPCM compression
- VAD
- Onboard echo cancellation
- Fax Relay and modem detection

Low-Speed Data Module (LDM)

- Four or eight EIA/TIA-232 ports per module
- Support for synchronous or asynchronous data
- 1.2 kbps to 19.2 kbps per port (can support lower-speed async via oversampling)
- Repetitive pattern suppression

D Y N A M I

High-Speed Data Module (HDM)

- Four EIA/TIA-232, V.35, X.21, EIA/TIA-449 ports per module
- Supports synchronous data
- 1.2 kbps to 1.344 Mbps per port
- Repetitive pattern suppression up to 128 kbps

Channelized Voice Module—DS0A (CVM-DS0A)

- One channelized T1/E1 port per module
- Support for DS0A functionality for substrate data connections

Channelized Voice Module—TT (CVM-TT) Model C

- One channelized T1/E1 port per module
- Support for T1/E1 circuit emulation

Networking Connectivity

Universal ATM Switch Module (UXM)

- Four OC-3/STM-1 (MMF) ports per module
- Two or four OC-3/STM-1 (SMF) ports per module
- Three or six T3/E3 ports per module
- Four or eight T1/E1 ports per module with inverse multiplexing over ATM (IMA) functionality
- Up to 16 classes-of-service queues per trunk interface
- 128,000 cells of buffering per module with dynamic buffer management

ATM Line Module/Model B (ALM/B)

- One T3/E3 port per module
- 45 Mbps of throughput per module
- Up to six classes-of-service queues per trunk interface
- 32,000 cells of buffering per module with dynamic buffer management

Broadband Trunk Module (BTM)

- One E1 port per module
- One E2 port per module
- One HSSI port per module
- 16 Mbps of throughput per module
- Up to six classes-of-service queues per trunk interface

Network Trunk Module (NTM)

- One T1/E1/Y1 port per module
- One serial port per module (V.35, X.21)
- 64 kbps to 2.048 Mbps trunk speed
- 2 Mbps of throughput per module
- Up to six classes-of-service queues per trunk interface

VNS System Specifications

The VNS system is fully hardware redundant, providing a fully fault-tolerant, high-availability system. VNS hardware includes:

- 170 MIPS CPU
- 128 MB of RAM
- 2 GB hard disk
- Heavy-duty power supply
- AC or DC power

Supported Protocols

- QSIG
- QSIG Generic Functional procedures
- DPNSS
- CAS (North America)
- Q.931A
- 4ESS
- DSS1—EuroISDN

PBX Compatibility

- Alcatel
- Bosch Telecom
- Ericsson
- GPT
- Lucent
- NEC
- Nortel
- OKI
- Philips
- Siemens
- Tadiran

Stepping Up to the Next Generation of Enterprise Wide-Area Networks

	Mechanical Configuration	Dimensions	Power Requirements
IGX 8410	<ul style="list-style-type: none"> • Eight-slot unit, rack-mount or freestanding • 1.2-Gbps cell-switching bus • CISPR B EMI-certified 	<ul style="list-style-type: none"> • 24.4 inches (61.9 cm) high • 19.9 inches (50.5 cm) wide • 27.1 inches (68.8 cm) deep 	<ul style="list-style-type: none"> • Distributed -48V DC power conversion on modules • Universal AC input option (90 - 264V) with AC-DC converter • 220/240 VAC AC-DC converter, 1:n redundant • 48V DC input option with redundancy • Full redundancy available for all power options • Dual power inputs available for all AC power options
IGX 8420	<ul style="list-style-type: none"> • 16-slot unit, rack-mount or freestanding • 1.2-Gbps cell-switching bus • CISPR B EMI-certified 	<ul style="list-style-type: none"> • 32 inches (81.3 cm) high, • 32.6 inches (82.8 cm) high (with feet) • 19.9 inches (50.5 cm) wide • 27.1 inches (68.8 cm) deep 	<ul style="list-style-type: none"> • Hot-swappable 400W AC power supplies (for IGX 8410 only); 875W AC power supplies (for IGX 8420 and IGX 8430) • Power supply unit indicators and monitoring
IGX 8430	<ul style="list-style-type: none"> • 32-slot unit, rack-mount or freestanding • 1.2-Gbps cell-switching bus • CISPR B EMI-certified 	<ul style="list-style-type: none"> • 55 inches (139.7 cm) high • 19.9 inches (50.5 cm) wide • 27.1 inches (68.8 cm) deep 	

Standards Compliance

	The IGX multiservice switch complies with all of the following standards.
ATM Forum	UNI V.3.0, 3.1, TM 4.0, NNI V.3.0, 3.1
Frame Relay Forum	FRE 1.1, 2.1, 3.1, 5, 6, 8
ITU	E.164, E190, G.164, G.165, G.703, G.705, G.711, G.721, G.723, G.726, G.728, G.729, G.729A, G.804, I.233.1, I.350, I.361, I.362, I.363, I.36X.1, I.370, I.371, I.372, I.432, I.555, Q.922, Q.933
ANSI	T1.101, T1.102, T1.102.1, T1.105, T1.107, T1.107A, T1.602, T1.606, T1.606a, T1.606b, T1.617, T1.617 Annex A, T1.618, T1.629, T1.630, T1.633, T1.635, T1.636, T1/E1.2/93-020RA
Voice Signaling	4ESS: TR41459, CAS Switching: EIA/TIA-464-A (T1), DPNSS: BTNR 188, DSS1: ETSI Euro-ISDN, ETS 300 102-1, ETSI QSIG: ETS 300-171, ETS 300-172, ETS 300-173, ETS 300-239, Japanese ISDN: Q.931A

APÉNDICE B

Especificaciones técnicas del Concentrador de Acceso Multiservicio: Cisco MC3810

Concentrador de acceso multiservicio *Cisco MC3810*

EL CISCO MC3810 ES UN CONCENTRADOR DE ACCESO MULTISERVICIO COMPACTO Y DE BAJO COSTE PARA LA INTEGRACIÓN DE VOZ, VÍDEO Y DATOS A TRAVÉS DE REDES DE LÍNEAS DEDICADAS, FRAME RELAY O ATM, PÚBLICAS O PRIVADAS.

Concentrador de acceso multiservicio Cisco MC3810

Como parte de un backbone corporativo o como equipamiento en las instalaciones de un proveedor de servicios o administrador de red, el MC3810 reduce los costes de funcionamiento y la complejidad e incrementa el tráfico de datos y el rendimiento de la red. Compatible con el amplio conjunto de soluciones de conectividad Cisco, el MC3810 es una inversión práctica para los requerimientos actuales de la red, y una inversión estratégica para las aplicaciones convergentes de datos, voz y vídeo.

Características destacadas

- Integra datos, voz y vídeo de forma transparente
- Compatible con líneas dedicadas, Frame Relay y servicios ATM
- Enrutamiento, bridging y SNA multiprotocolo basado en Cisco IOS®
- 2 puertos serie para protocolos de paquetes de datos, System Network Architecture (SNA)
- Seis puertos de voz analógicos o 24/30 digitales
- Cuatro puertos de voz BRI (8B + 4D)
- Compresión de la calidad de voz a 8 kbps (G.729; G729a) o a 32 kbps (adaptive differential pulse code modulation, ADPCM)
- Conmutación por llamada de voz
- Fax Relay a 9,6 kbps
- Emulación de circuito sobre ATM para vídeo
- Digital Access and Crossconnect System (DACS), compatible con la opción troncal estructurada "drop/insert"
- Compatibilidad con otros equipos (interoperatividad) y gestión transparente

Integración de datos, voz y vídeo

La integración de datos, voz y vídeo en redes multiservicio basadas en paquetes (o células), es un objetivo clave en las infraestructuras tanto de las empresas como de los proveedores de servicios. En entornos corporativos, las aplicaciones emergentes como telefonía por LAN y la atractiva combinación de voz/datos en los presupuestos están promoviendo una nueva generación en la convergencia de datos, voz y vídeo. En entornos de proveedores de servicios, la presión de la competencia y las oportunidades de nuevas demandas en los servicios corporativos convierten la flexibilidad y eficiencia de las infraestructuras multiservicios en condiciones necesarias.

El Cisco MC3810 es el producto más reciente en concentración de acceso multiservicio, compacto y de bajo coste. Como el punto de entrada "inteligente" a cualquier red, el MC3810 combina datos, voz y vídeo de la forma más eficiente, flexible y estandarizada posible, por una fracción del coste de los multiplexadores de la generación anterior. Y, al basarse en el software de red extensa Cisco IOS y utilizarse por los productos Cisco, desde switches de campus ATM hasta routers de backbone de Internet- el MC3810 es una extensión natural, intuitiva e interoperativa en cualquier entorno de red Cisco.

Cisco MC3810



Desde una perspectiva de integración de datos, voz y vídeo, el concentrador MC3810 es miembro de una amplia cartera interoperativa de productos de Cisco. Los routers de gama media Cisco 2600, Cisco 3600 y el de alta velocidad Cisco 7200 admiten estándares basados en la interoperatividad de Voice over Frame Relay (VoFR). Estos productos multiservicio admiten datos de legado y las crecientes aplicaciones de Internet, así como un conjunto de tecnologías de voz sobre paquetes que abarcan toda la red, desde los extremos al núcleo.

Capacidades generales de datos y LAN

El MC3810 incluye capacidades generales de LAN Ethernet y datos, familiares para los usuarios de otros dispositivos basados en el software Cisco IOS, incluyendo una potente IP y un conjunto SNA. El MC3810 se puede considerar un router de velocidad de cable T1/E1 y un dispositivo serie de datos con capacidades de voz, vídeo y ATM. MC3810 incluye dos puertos serie de datos que pueden utilizarse la conectividad de pares con otros dispositivos Cisco IOS de interoperación de redes o para el entroncamiento subtas.

Comunicaciones eficientes con calidad de voz

El Cisco MC3810 puede conectarse en cualquier switches estándar PBX, sistema central o teléfono, y proporciona hasta 30 canales de voz, con compresión de 8 kbps utilizando el algoritmo estándar G.729 CS-ACELP. El MC3810 ofrece cancelación de eco para todos los canales de voz y consigue una mayor reducción de los costes usando la detección de actividad de voz (VAD), que interrumpe el tráfico de voz durante los periodos de silencio entre palabras y frases en la conversación. Dependiendo de los costes de llamadas dentro de la empresa, la reducción de costes de las llamadas de voz gracias al MC3810 pueden ser evidente en un plazo de 3 meses, y ayudar a los proveedores de servicio a migrar sus servicios de redes privadas virtuales de voz gestionadas (VPN) a una infraestructura más eficiente basada en paquetes o células.

El MC3810 es compatible con un amplio abanico de capacidades de gestión para conexiones de voz. El MC3810 puede soportar los modos "tie-line" y "ring-down". También puede soportar tonos duales multifrecuencia (DTMF) de conmutación por llamadas basadas en dígitos, utilizando dígitos de marcación para seleccionar los lugares de destino y las llamadas de red. En sitios pequeños, los teléfonos y entroncamientos pueden conectarse al MC3810, que actúa localmente como un switches de voz, eliminando posiblemente la necesidad de conmutación a través de un sistema central, una centralita telefónica o Centrex.

Siguen añadiéndose las robustas características de voz al MC3810. Entre estas se incluyen el interfaz de voz BRI (que ha salido al mercado recientemente), la señalización CCS transparente y Q.SIG, con lo que aumenta el número de redes que pueden aprovecharse de la ventaja económica del MC3810.

Video bajo demanda

El MC3810 soporta los modos de vídeo por circuito y paquetes. El vídeo por circuito se transporta bit a bit a través de emulación de circuito a una tasa de bits constante (Constant Bit Rate, CBT) en una conexión ATM. El modo de vídeo por paquetes es compatible con una conexión ATM de tasa de bits variable (VBR), o sobre una LAN a través del motor del router y sobre una conexión a tasa de bits no especificada (UBR). El MC3810 admite la videoconferencia con un gatekeeper compatible con H.323. El Multimedia Conference Manager y las funciones de proxy se integran en el concentrador MC3810 para garantizar los requisitos de calidad de servicio (QoS), interoperabilidad y ancho de banda de la sesión de vídeo en el MC3810.

Frame Relay y ATM, estado actual

Mediante una capacidad denominada entroncamiento Multiflex, el MC3810 troncal puede configurarse a través de software tanto a nivel físico como de protocolo. Ya se trate de un servicio privado o público, basado en E1 ó T1, ATM, Frame Relay o TDM, el módulo troncal del MC3810 puede ser repuesto sin necesidad de cambiar el hardware. Multiflex también proporciona un entroncamiento estructurado sobre T1, compatible con DACS, de modo que algunos intervalos de tiempo pueden utilizarse para tráfico de red y servicios Frame Relay, mientras que los restantes se utilizan para la transferencia "drop/insert" de tráfico no procesado tipo Red Pública de Telefonía Conmutada (Public Switched Telephone Network, PSTN), esta capacidad es compatible con la infraestructura DACS estándar de proveedor de servicios.

Empezando a 56 Kbps, el Multiflex troncal puede operar hasta 2.048 Mbps y puede incluso ser utilizado aprovechar las tarifas más atractivas en cualquier punto de la red, logrando así una notable reducción en los costes de acceso de línea. Combinando estos ahorros con los beneficios operativos de la instalación de un único producto de acceso para múltiples aplicaciones y con la protección de inversión para la migración ATM, resulta evidente que el entroncamiento Multiflex es de gran valor para los usuarios del MC3810.

Basado en estándares

Diseñado para utilizarse como un acceso a redes corporativas o como punto de entrada "inteligente" en infraestructura de multiservicio de ISP, el MC3810 está basado en los estándares industriales aceptados por ITU, ANSI, European Telecommunication Standards Institute (ETSI), y el Internet Engineering Task Force (IETF). En áreas de implementación pre-estándar, se implementan aproximaciones a los estándares emergentes, requiriéndose simplemente una actualización de software para el cumplimiento eventual de las normas. Los productos basados en estándares minimizan el riesgo tecnológico y maximizan la interoperatividad con sistemas basados en estándares similares.

Software y gestión de Cisco IOS

El software Cisco IOS se ha erigido como el estándar industrial para la interoperación de redes en todos los puntos, desde la computadora de trabajo hasta el backbone Internet. Como dispositivo basado en Cisco IOS, el MC3810 comparte el mismo interfaz de administración que otros sistemas Cisco, y necesita sólo una pequeña extensión de comandos para las conexiones de voz y video; por tanto, el personal de soporte formado en el software Cisco IOS puede pasar al área de la voz y los datos. El MC3810 es también gestionable por el sistema de administración de red CiscoView, el conjunto de herramientas de Netsys Technologies y los productos de gestión de servicios clase-portadora de Cisco, incluyendo Call Detail Records (CDR), para obtener una máxima integración de gestión a cambio de incrementos mínimos en los costes de soporte.

Especificaciones del Cisco MC3810

Característica	Descripción
Sistema	
Memoria Flash	8 MB de memoria Flash
Memoria DRAM	32 MB de DRAM
Tipo de procesador	Motorola PowerQUICC (MPC860)
Dimensiones (Al x An x Pr):	1,75 x 17,5 x 10,56 pulgadas (4,44 x 44,45 x 26,82 cm.)
Componentes estándar	Fuente de alimentación y cable, kit de cable para consola, adaptador de RJ45 a DB9, kit de instalación en bastidor de 19 pulgadas (48,3 cm.) o en pared
Interfaces	
T1	ANSI T1.403 (1989), Bellcore TR-54016
E1	ITU G.703
Voz analógica	Una máximo de seis puertos—FXS, FXO, E & M
Voz digital	T1/E1 único con conexión cruzada "drop" e "insert" y señalización CAS y CCS, PRI QSIG
Ethernet	10BaseT único
Serie	Dos cinco-en-uno serie sincrónico: ANSI EIA/TA-530, EIA/TA-232, EIA/TA-449; ITU V.35, X.21, Bisync, Polled Async
Protocolos y servicios	
Soporte LAN	IP, bridging transparente, bridging y enrutamiento concurrente, Novel IPX y Apple Talk, Banyan Vines, DECnet
Servicios WAN	T1/E1 ATM, Frame Relay, HDLC, PPP, Integrated ISDN (RDSI) BRI Back-up
Optimización WAN	Compresión de cabecera, enlace y carga útil, gestión de colas personalizadas y de prioridad, IPXWAN 2.0
Soporte para IBM	Conversión RSRB, DL5w+, SDLC a LAN (SDLC Logical Link Control, SDLLC), transporte SDLC (serial tunnel, STUN), Frame Relay, soporte SNA (RFC 1490)

Característica	Descripción	
Soporte ATM	ATM Forum af-phy 0016.000	Especificaciones de nivel físico
	ATM Forum af-phy 0064.000	Especificaciones de capa física E1
	ATM Forum af-saa 0032.000	Emulación de circuito
	ATM Forum af-uni 0010.002	Señalización UNI 3.1
	IETF RFC1483	multiprotocolo sobre ATM
	IETF RFC1577	IP sobre ATM
	IETF RFC1695	ATM MIB
	ANSI T1.630, ITU I.363, I.363.1	ATM AAL1 (tasa de bits constante)
	ANSI T1.635, ITU I.363.5	ATM AAL5 (tasa de bits variable)
Frame Relay	Frame Relay Forum FRF.1	Interfaz de usuario de red
	Frame Relay Forum FRF 3.1	Encapsulación multiprotocolo
	Frame Relay Forum FRF.5	Integración en red Frame Relay/ATM
	Frame Relay Forum FRF.9	Compresión de datos Frame Relay
	Frame Relay Forum FRF.11	Voice over Frame Relay, anexo A, B, C, D, E y F
	Frame Relay Forum FRF.12	Fragmentación de Frame Relay
	ANSI T1.606 y ITU-T I.233.1	Servicio Frame Relay
	ANSI T1.618 y ITU-T Q.922	Protocolo de transferencia de datos
	ANSI T1.606 y ITU-T I.370	Administración de congestión
	ANSI T1.617 Anexo D y ITU-T 1.933 Anexo A	La señalización incluye la gestión estándar de los bits DE, FECN, y BECN
	IETF RFC1293	ARP inverso
	IETF RFC1315	Frame Relay DTE MIB
	IETF RFC1406	T1/E1 MIB
IETF RFC1490	Encapsulación multiprotocolo sobre Frame Relay	
Soporte para voz, fax y vídeo		
Compresión de datos	ITU G.729, G.729a, G.726	Hasta 24 canales de CS-ACELP (8 Kbps de compresión), ADPCM 32 K
Soporte para transporte de voz a través de la red	Transporte de voz sobre Frame Relay	—
	Transporte de voz sobre ATM	VBR en tiempo real con supresión de silencios
Transporte de voz a través de HDLC	Patente propia	—
Gestión de llamadas de voz	Local, on-net (en red), off-net (fuera de red), reenrutamiento on-net/off-net, marcación directa entrante, "ring-down" automático, reemplazo de línea de conexión PBX	
Soporte para fax	T.30	Negociación de sesión de 2.4 a 9.6 Kbps
	Fax grupo 3	—
Soporte para vídeo	Emulación de circuito ATM	Vídeo CBR sobre ATM VBR con recuperación dinámica de ancho de banda
	Canal de limpieza N x 64k	Acceso integrado sobre redes basadas en recuperación de circuito
	Videokonferencia basada en H.323	Multimedia Conference Manager con proxy

APÉNDICE C

Especificaciones técnicas del Modular Access Router: Cisco 1760

Cisco 1760 Modular Access Router

The content in this catalog is updated on a monthly basis—for the most current information please see <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/ps221/index.html>

Product Overview

The Cisco 1760 Modular Access Router offers small- to medium-sized businesses and small enterprise branch offices a 19-inch rack-mount access solution designed to enable them to grow their e-business capabilities. The two different versions of the Cisco 1760 Modular Access Router, the base version Cisco 1760 and the preconfigured multiservice-ready Cisco 1760-V, address the needs of customers who want to deploy e-business applications—now or in the future.

The Cisco 1760, as a modular platform in a 19 inch rack-mount form factor, offers customers secure Internet and intranet access, as well as the capability to implement a variety of e-business and voice applications. This includes voice over IP (VoIP), virtual private network (VPN) access, and business-class DSL as required.

The Cisco 1760 is part of a broad portfolio of access routers optimized to deliver intelligent services such as quality of service (QoS), manageability, availability, and security.

The two different versions of the Cisco 1760 Modular Access Router, the base version Cisco 1760 and the Cisco 1760-V, address the needs of customers who want to deploy transformation technologies such as converged voice and data, IP telephony, or videoconferencing.

Key Features and Benefits

The key features and benefits of the Cisco 1760 Modular Access Router are listed in the table below.

Table 18-44: Key Features and Benefits of Cisco 1760

Key Features	Key Benefits
Investment protection	Offers field-upgradable WAN interface cards (WICs) and voice/fax interface cards (VICs) Provides Cisco IOS® Software upgradable feature sets
Flexibility	Provides full Cisco IOS Software support, including multiprotocol routing (IP, Internetwork Packet Exchange [IPX], Apple Talk, IBM Systems Network Architecture [SNA] and bridging) Provides customization through a wide range of WICs and VICs Offers modular data and voice slots
Lower cost of ownership	Combines optional functions, including a voice gateway, dynamic firewall, VPN tunnel server, data service unit/channel service unit (DSU/CSU) of 56 or 64 kbps or T1/FT1 and ISDN Network Termination 1 (NT1) device Supports remote management applications such as CiscoView (part of CiscoWorks)
Security	Offers Cisco IOS Firewall Provides VPN IP Security (IPSec) (Digital Encryption Standard [DES] and Triple DES [3DES]) Enables wire-speed (T1/E1) encryption using optional VPN module
Voice traffic migration to data networks	Supports IP telephony Interoperates with next-generation voice-enabled applications such as integrated messaging and Web-based call centers Works with the existing telephone infrastructure: phones, fax machines, key telephone system (KTS) units, and private branch exchange (PBX) (including digital PBXs)

Key Features	Key Benefits
Business-class broadband access for value-added services such as voice over broadband	Supports Asymmetric DSL (ADSL) and symmetric single-pair high-bit-rate DSL (G.SHDSL) support Provides efficient utilization of bandwidth Offers prioritization of voice traffic
Ideal for small- and medium-sized businesses and small enterprise branch offices to deploy transformational technologies such as converged data and voice applications	Provides greater analog voice port density (four slots) than Cisco 1751 (three slots), enabling more connections to analog end stations, PBXs, key switches, and basic telephone service (POTs) lines 19-inch rack-mount form factor

The Cisco 1760 router is the preferred multiservice data and voice solution when a 19-inch rack-mount form factor is required. Compared to the Cisco 1751 router, it offers an additional VIC slot.

Table 18-45: Cisco 1760 Modular Access Router—Two Versions

Cisco 1760 (Base version)	Cisco 1760-V (Multiservice-ready version)
Includes everything for data networking	Includes all the features needed for immediate integration of voice and data
16 MB Flash memory (on board)	32 MB Flash memory (16 MB on board, 16 MB in Flash SIMM ¹ socket)
32 MB DRAM (on board)	64 MB DRAM (32 MB on board, 32 MB in DRAM DIMM ² socket)
Cisco IOS IP Software Feature Set	Cisco IOS IP/Voice Plus feature set
Two DSP ³ module slots available DSPs available separately	Two DSP module slots available Comes with one DSP (PVDM-256K-4) inserted in one DSP module slot DSPs available separately for further upgrades
VICs available separately	VICs available separately
Flash memory and DRAM upgrades available separately	Flash memory and DRAM upgrades available separately
WICs available separately	WICs available separately

1. Single in-line memory module
2. Double in-line memory module
3. Digital signal processor

Specifications

Hardware

Table 18-46: Power Specifications for Cisco 1760

Description	Specification
AC Input Voltage	100–240 VAC
Frequency	50–60 Hz
AC Input Current	1.5A maximum
Power Output	50W maximum

The Cisco 1760 has one universal internal power supply (applicable to all countries) and no external power brick. It has no locking connector on the power cord.
No redundant power supply option

Table 18-47: Physical and Environmental Specifications for Cisco 1760

Description	Specification
Dimensions (H x W x D)	1.7 x 17.5 x 12.8 in. (4.32 x 44.5 x 32.5 cm)
Weight (maximum)	9.4 lb (4.3 kg) fully loaded with WAN/voice interface cards, PVDMs, DRAM module, VPN module, single in-line memory module (SIMM)
Weight (minimum)	8.2 lb (3.7 kg)
Operating Temperature	32 to 104°F (0 to 40°C)
Nonoperating Temperature	–4 to 149°F (–20 to 65°C)
Relative Humidity	10 to 85% noncondensing operating; 5 to 95% noncondensing, nonoperating

APÉNDICE D

Especificaciones técnicas del Router: Cisco 3600 Series

Cisco 3600 Series Multiservice Platforms

Product Overview

The Cisco 3600 series is a multifunction platform that combines dial access, routing, and LAN-to-LAN services and multiservice integration of voice, video and data in the same device. The Cisco 3600 series includes the Cisco 3660, the Cisco 3640A, and Cisco 3620 multiservice platforms. As modular solutions the Cisco 3660, the Cisco 3640A, and Cisco 3620 have the flexibility to meet both current and future connectivity requirements. The Cisco 3600 series is fully supported by Cisco IOS software, which includes analog and digital voice capability, ATM access, dial-up connectivity, LAN-to-LAN routing, Ethernet switching, data and access security, WAN optimization, content networking, and multimedia features.

The Cisco 3660 has six network module slots; the Cisco 3640A has four network module slots; the Cisco 3620 has two slots. Each network module slot accepts a variety of network module interface cards, including LAN and WAN mixed media cards supporting Ethernet, Fast Ethernet, Token Ring, and a variety of WAN technologies. These cards provide the foundation of LAN and WAN connectivity on a single, modular, network module. Additional applications are supported with a series of network module cards offering digital modems, asynchronous and synchronous serial, ISDN PRI, and ISDN BRI interfaces. In addition to the 6 network module slots the Cisco 3660 has 2 internal Advanced Integration Module (AIM) slots for applications such as hardware accelerated compression and the chassis incorporates 1 or optionally 2 integrated 10/100 (Ethernet/Fast Ethernet) ports.

The Cisco 3600 series shares network modules, WAN Interface Cards, and Voice Interface Cards with the Cisco 2600 series. The Cisco 3600 series shares WAN Interface Cards with the Cisco 1600 and Cisco 1700 series.

Figure 17-3: Cisco 3660 Router Rear View

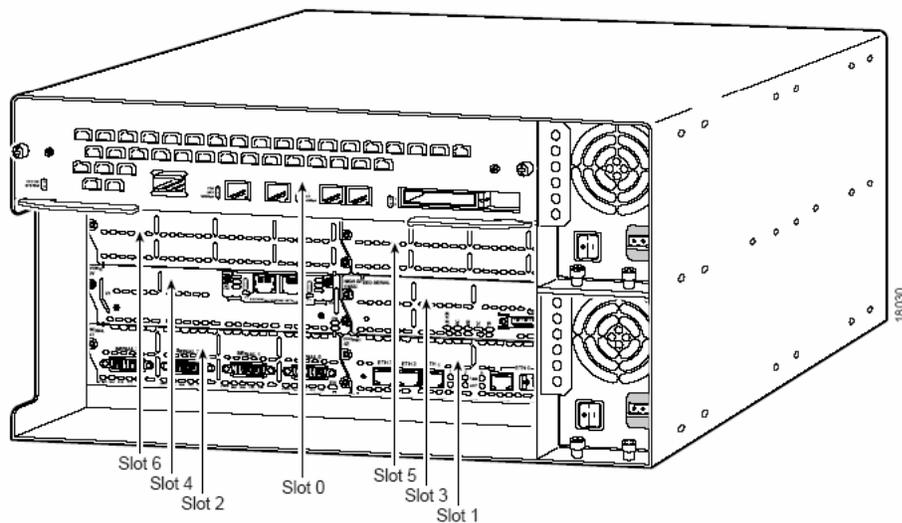


Figure 17-4: Cisco 3640A Router Rear View

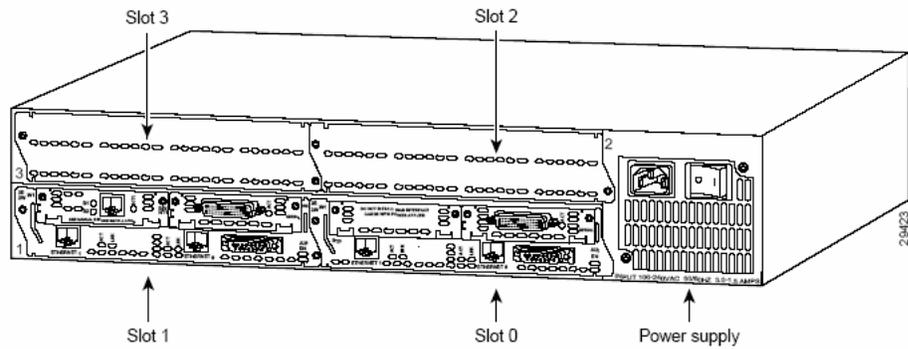
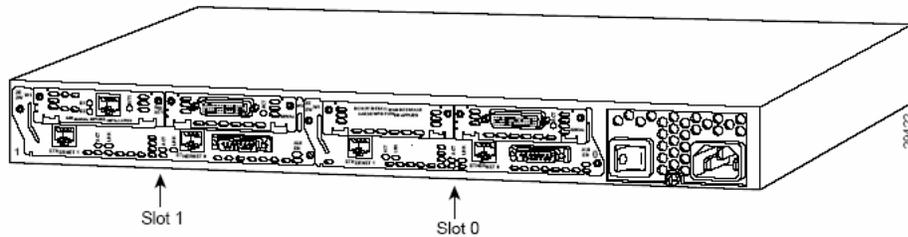


Figure 17-5: Cisco 3620 Router Rear View



Options for Cisco 3600 Series

Key Features and Benefits

The Cisco 3660, Cisco 3640A, and Cisco 3620 routers support the following network applications and services:

- Analog and digital voice services

The voice/fax network modules for the Cisco 2600 and Cisco 3600 series multiservice access routers enable packet voice technologies including VoIP and VoFR. Cisco's voice solutions provide the means for integrating both voice and data within a single network and allow users to take advantage of services, such as toll-bypass, without sacrificing voice quality. The digital T1/E1 Packet Voice Trunk Network Module provides a flexible and scalable T1/E1 voice solution and supports up to 60 voice channels in a single network module. The analog voice/fax network modules slide into Cisco 2600 and 3600 chassis slots and contain either one or two voice interface card (VIC) slots. The VICs currently available are two-port foreign exchange station (FXS), foreign exchange office (FXO), E&M 2-wire and 4-wire interfaces and a basic rate interface (BRI). The voice modules support all major industry codecs including G.711, G.723, G.726, G.728, G.729 and G.729a/b for customized solutions and to meet the need for high voice quality and bandwidth efficiency.

- ATM networking services

Four new multiport T1/E1 ATM network modules with Inverse Multiplexing over ATM (IMA) and 3 ATM OC-3 network module are now available for the 3600 series multiservice access platforms. These new multiport ATM modules allow service provider and enterprise customers to cost-effectively increase bandwidth, extending multiservice capabilities to remote-branch-office locations through ATM. These network modules support a robust set of ATM features including UBR, VBR-rt, VBR-nrt, and ABR ATM class of services, ATM Forum User Network Interface (UNI) 3.0, UNI 3.1, and UNI 4.0 signaling, Permanent Virtual Circuits (PVCs) and Switched Virtual Circuits (SVCs), and ATM Adaptation Layer 5 (AAL5) to name a few.

- **Dial-up services**

The Cisco 3600 is a mid-range dial-up platform that fits between Cisco's AccessPath and AS5300 products at the high end and the Cisco 2500 series access servers at the low end. Mixed-mode and high density ISDN and asynchronous configurations offer substantial flexibility in dial-up applications. Integrated digital modems (with support for PRI, BRI, CT1 and R2) and new integrated analog modems further enhance the dial access flexibility and scalability of the Cisco 3600.
- **ISDN PRI networks**

The Cisco 3600 series offers high levels of cost effective ISDN PRI concentration. A Cisco 3640A configured with a Mixed Media LAN/ISDN PRI network module and three 2-port ISDN PRI network modules supports up to 186 (T1) or 240 (E1) B channels. This is a powerful and cost effective way to aggregate many branch offices and telecommuters onto one corporate network.
- **ISDN BRI networks**

For areas of the world where ISDN BRI services are more widely available or cost effective, the Cisco 3600 series supports many BRI interfaces. Configured with a LAN network module and three 8-port network modules, a Cisco 3640A connects up to 48 B channels. In this way, one system provides high-density BRI interface dial-up support and local LAN and WAN routing connectivity.
- **Serial networks**

With support for up to 96 synchronous serial interfaces on the Cisco 3660, the Cisco 3600 series and its RISC processor are the perfect complement to the Cisco 2600, 2500, 1700, and 1600 series. The Cisco 3600's higher performance and modular design are appropriate for locations needing support for multiple T1/E1 links or the ability to change configurations in the future.
- **Mixed WAN services**

Many corporate environments require support for a mixture of ISDN PRI, ISDN BRI, asynchronous serial, and synchronous serial connections. The Cisco 3600 series is ideal for this scenario. It allows migration between interfaces or simultaneous support of several technologies.
- **Multiservice access solutions and applications**

The three Cisco 3600 models allow new levels of connectivity and performance for branch offices with their scalable size, slot density, and cost. Combinations of network modules provide new opportunities for branch offices needing more than a fixed-configuration solution. The Cisco 3620, for example, provides multiple LAN access server support for asynchronous, ISDN, analog modem and digital modem environments, which complements the Cisco 2500 series access servers. Alternatively, a Cisco 3620 adds multiple LAN capabilities to branch bank environments needing to assimilate legacy serial devices, connecting them all to a high-speed Frame Relay network.
- **LAN-to-LAN services**

Consistent with its other capabilities, the Cisco 3600 series offers midrange LAN-to-LAN connectivity for branch offices needing a flexible modular platform. The Cisco 2600 series, with a multitude of fixed configurations, offers cost effective branch office solutions including integrated routers and hubs, single and dual LAN routers, and multiple serial routers.
- **Ethernet Switching**

The Cisco 3640A and Cisco 3660 offer integrated Ethernet switching on a network module. Integrated Ethernet switching combines the benefits of local LAN access with branch office routing. Ethernet switching is available with 16 ports (Cisco 3640A and Cisco 3660) or 36 ports (Cisco 3600 only) of 10/100 Ethernet with optional in-line phone power and optional gigabit Ethernet uplink.
- **Content Networking**

Content Acceleration and Delivery enhance user productivity while optimizing WAN bandwidth. The Content Engine Network Modules combine the advanced content acceleration features of the Content Engine 500 Series with the 2600, 3600, and 3700 Series into one easy to manage content networking solution.

Network Module Options for the Cisco 3600 Series

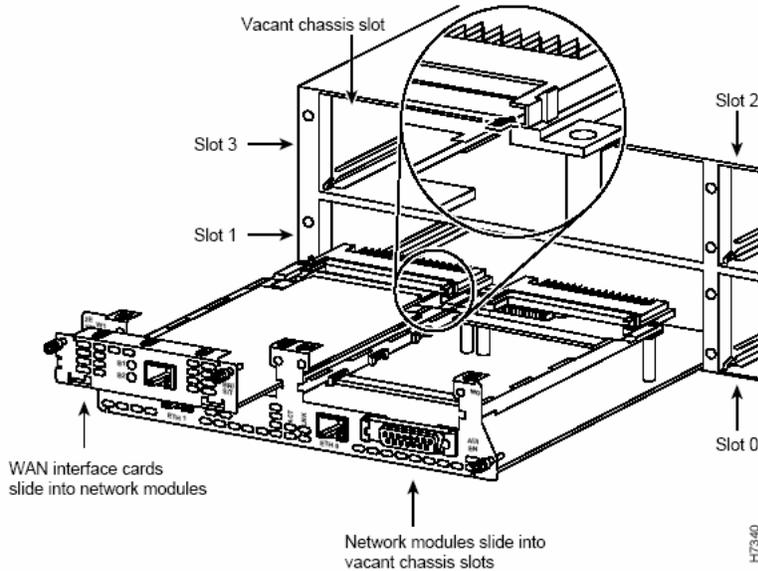
The Cisco 3660, Cisco 3640A, and Cisco 3620 routers are 6-, 4- and 2-slot multiservice access routers, respectively, whose LAN and WAN connections are configured by means of interchangeable network modules and WAN interface cards. The Cisco 3660 also incorporates 1 or optionally 2 integrated 10/100 (Ethernet/Fast Ethernet) ports. The following network modules are available for the Cisco 3660, Cisco 3640A, and Cisco 3620 routers:

- Analog and Digital (T1) Voice Network Modules
- Single-Port High-Speed Serial Interface (HSSI)
- ATM 25 Mbps Network Module
- ATM OC3 155 Mbps Network Module
- 6, 12, 18, 24 and 30 digital modem network modules
- LAN with modular WAN (WAN Interface Cards)
- 8 and 16 analog modem network modules
- Channelized T1, ISDN PRI and E1 ISDN PRI network modules
- Combined FastEthernet and PRI network modules
- 4- and 8-port ISDN BRI network modules
- 16- and 32-port asynchronous network modules
- 4- and 8-port synchronous/asynchronous network modules (16-port Cisco 3660 only)
- 1- and 4-port Ethernet network modules
- 1-port Fast Ethernet (10/100) network modules (100Base-T - "TX" and Fiber - "FX")
- 8- and 16-port analog modem modules
- 4-port serial network module
- Compression network module (Cisco 3620 and Cisco 3640A, AIM for the Cisco 3660)
- Encryption network module (Cisco 3620 and Cisco 3640A, AIM for Cisco 3660)
- 16 port Ethernet switch (Cisco 3640A and Cisco 3660 only)
- 36 port Ethernet switch (Cisco 3660 only)
- 1 port clear channel T3/E3 (Cisco 3660 only)
- 1 port gigabit Ethernet (Cisco 3660 only)
- Content Engine network module (Cisco 3640A and Cisco 3660 only)

In addition the Cisco 3660 supports 2 internal AIM slots. The Data Compression Advanced Integration Module (AIM) for the Cisco 3660 Series delivers a cost-effective option for reducing recurring wide-area network (WAN) costs and maximizing the benefit of the advanced bandwidth management features of Cisco IOS. The Data Compression AIM takes advantage of either of the two available Cisco 3660 internal AIM slots, ensuring that external slots remain available for components such as integrated analog voice/fax, digital voice/fax, ATM, channel service unit/digital service units (CSU/DSUs), analog and digital modems.

The figure below shows how a vacant chassis slot on the Cisco 3640A accepts a mixed media network module, which in turn accepts a WAN interface card.

Figure 17-6: Relationship Between Cisco 3600 Series Hardware Devices



Note For detailed information about network modules (NMs), WAN interface cards (WICs), and Voice interface cards, (VICs), see the “NMs, WICs, and VICs for the Cisco 3600 Series, 2600 Series, and 1600 Series” section in this chapter.

Cisco Multiservice over Virtual Private Network Reference Architecture

The Cisco Multiservice over Virtual Private Network (VPN) Reference Architecture is the industry’s first, fully-tested H.323-based Class-4 PBX interconnect solution which enables service providers to offer their multi-site enterprise customers a managed, packet-based integrated voice and data service over a VPN infrastructure. Built on an open architecture, this standards-based VPN solution supports either MPLS or IPsec-based infrastructures.

Specifications

Hardware

Table 17-66: Technical Specifications for Cisco 3600 Series

Description	Cisco 3620	Cisco 3640A	Cisco 3660
Supported network interfaces	Ethernet Fast Ethernet Token Ring Asynchronous Synchronous serial High Speed Serial Interface ISDN BRI (ST and U interfaces) Channelized T1/ISDN PRI (with and without CSU) Channelized E1/ISDN PRI (balanced and unbalanced) Digital Modems Analog Modems Voice ATM 25 Mbps ATM OC3 Multiprot T1/E1 ATM with IMA (Inverse Multiplexing over ATM)	Same as Cisco 3620 plus: 16 port Ethernet Switch High Density Analog Voice Content Engine	Same as Cisco 3640A plus: 36 port Ethernet switch Clear channel T3/E3 Gigabit Ethernet 16-port Async/Sync
Supported Cisco IOS software	Release 11.1 AA, Release 11.2 P, 11.3, and 11.3T, 12.0, 12.0T, 12.1, 12.1T, 12.2, 12.2T, 12.3	Release 12.0(24), 12.1(17), 12.2(12), 12.2(11)T1, 12.3	Release 12.0(5)T, 12.1, 12.1T, 12.2, 12.2T, 12.3
Flash Memory	8 MB of Flash memory (SIMM), expandable to 32 MB. PCMCIA Flash memory cards are also supported by each model, available in 4 to 20 MB sizes.	Same as Cisco 3620	8 MB of Flash in the enterprise models (3661-AC, 3661-DC, 3662-AC, 3662-DC) and 16 MB in the telco models (3662-AC-CO, 3662-DC-CO) upgradable to 64 MB
DRAM memory (system and packet)	32 MB of DRAM memory expandable to 64 MB.	32 MB of DRAM memory, expandable to 128 MB.	32 MB of SDRAM for enterprise and 64 MB for telco models, upgradable to 256 MB
Network module slots	2	4	6
Standard components	2 PCMCIA slots High-speed console and auxiliary ports Rack- and wall-mount kit Power supply and cord Console Cable	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620

Table 17-67: Power Requirements for Cisco 3600 Series

Description	Cisco 3620	Cisco 3640A	Cisco 3660
Input Voltage, AC	100–240 VAC, autoranging	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620
Input Voltage, DC	38–72 VDC	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620
Current, AC	1.0A	2.0A	2.0A
Current, DC	2.5A	5.0A	8.0A
Frequency	50–60 Hz	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620
Max. power dissipation	60W	140W	250W

Table 17-68: Physical and Environmental Specifications for Cisco 3600 Series

Description	Cisco 3620	Cisco 3640A	Cisco 3660
Dimensions (H x W x D)	1.75 x 17.5 x 13.5 in. (4.4 x 44.5 x 34.2 cm)	3.44 x 17.5 x 15.7 in. (8.7 x 44.5 x 40.01 cm)	8.7 x 17.5 x 11.8 in. (22.1 x 44.5 x 30 cm)
Weight (average shipping)	25 lb (13.6 kg), includes chassis and 4 network modules	Same as Cisco 3620	43 lb (19.55 kg) includes chassis and 6 network modules
Operating humidity, noncondensing	5 to 95%	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620
Operating temperature	32 to 104°F (0 to 40°C)	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620

Table 17-69: Regulatory Approvals for Cisco 3600 Series

Description	Cisco 3620	Cisco 3640A	Cisco 3660
Regulatory compliance	FCC Part 15 Class B. For additional compliance information, refer to the 3600 Series Public Network Certification document.	Same as Cisco 3620	Same as Cisco 3620

Note For detailed information about network modules (NMs), WAN interface cards (WICs), and Voice interface cards, (VICs), see the “NMs, WICs, and VICs for the Cisco 3600 Series, 2600 Series, and 1600 Series” section in this chapter.

Memory, Power Supply, and Cable Options

The Cisco 3620/40A uses two types of replaceable or upgradeable memory: DRAM memory and Flash memory. Both types of memory are implemented with SIMMs. Each router has two Flash SIMM sockets and four DRAM SIMM sockets. The standard Flash memory configuration is 16 MB, both sockets contain an 8 MB Flash SIMM. You can upgrade the Flash memory to 32 MB on both routers. Each Cisco 3600 router ships standard with 32 MB of DRAM. The Cisco 3640A is expandable to 128 MB of DRAM. The Cisco 3620 is expandable to 64 MB of DRAM.

The Cisco 3660 series uses two types of replaceable or upgradeable memory: SDRAM memory and Flash memory. Flash memory is implemented with SIMMs whereas SDRAM memory uses DIMMs. The 3660 has two Flash SIMM sockets and two SDRAM DIMM sockets. The standard Flash memory configuration is 16 MB, both sockets contain an 8 MB Flash SIMM. You can upgrade the Flash memory to 64 MB on a 3660 router. Each Cisco 3600 router ships standard with 32 MB of SDRAM and is upgradable to 256 MB of SDRAM.

The Cisco 3600 allows you to load new system images using a PCMCIA Flash memory card. You can also load images from a local or remote PC through the console or auxiliary ports using the Xmodem or Ymodem protocols.

Note For guidelines on how to order the proper amount of memory to support different network module configurations, refer to product bulletin 544, 3600 Series Memory Options and Configuration Guide. This document is accessible from Cisco Connection On-line (CCO). The URL is

http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/access/3600/prodlit/544_pp.htm

Software

Table 17-70: Software Specifications for Cisco 3600 Series

Description	Specification
Supported Cisco IOS software	Cisco 3620: Release 11.1 AA, Release 11.2 P, 11.3, and 11.3T, 12.0, 12.0T, 12.1, 12.1T, 12.2, 12.2T, 12.3 Cisco 3640A: Release 12.0(24), 12.1(17), 12.2(12), 12.2(11)T1, 12.3 Cisco 3660: Release 12.0(5)T, 12.1, 12.1T, 12.2, 12.2T, 12.3

APÉNDICE E

Especificaciones técnicas del Radio digital: HARRIS Microstar M



23, 26, 38 GHz Jerarquía digital CEPT

MicroStar® M

radio digital

punto-a-punto



MicroStar® M es una familia de radios digitales de microondas, punto-a-punto, de Jerarquía Digital Plesiocrónica (PDH), diseñados para instalación rápida y fácil puesta en servicio en enlaces de corto, mediano y largo alcance. Una amplia gama de bandas de frecuencia y configuraciones de protección son disponibles para aplicaciones de voz y datos.

Basado en una arquitectura de plataforma común que incorpora diseños de la más alta fiabilidad en la industria, los radios MicroStar® M poseen funciones y características que los hacen ideales para redes celulares y de comunicación personal, así como para sistemas globales de comunicaciones privadas o públicas.

Para aplicaciones de enlace de corto alcance, y en un rango de frecuencias de 23 GHz a 38 GHz, el MicroStar® M ofrece una unidad RF integrada y una selección de configuraciones con antenas parabólicas o planas. Compacta, liviana y muy fácil de instalar, con su factor de forma rectangular y tamaño reducido, la Unidad Exterior se presta para aplicaciones en áreas urbanas de alta densidad y en donde la ubicación de los emplazamientos es crítica. Con especificaciones y rechazo de interferencia de superioridad comprobada, la reutilización de frecuencias y la planificación de la red son simplificadas con la familia MicroStar® M.

Las Unidades Exteriores utilizan las mismas Unidades Interiores para todas las capacidades, lo cual reduce la cantidad de equipos de repuesto de reserva. Además, el software incorporado en los radios es común en todos ellos simplificando, de esta forma, la operación, la configuración, el mantenimiento y las necesidades de adiestramiento.

soluciones para el siguiente nivel



MicroStar® M 23, 26, 38 GHz Jerarquía digital CEPT

Características del Sistema

Rangos de Frecuencia: 21,200 - 23,600 MHz 24,500 - 26,500 MHz 37,000 - 39,500 MHz

Separación de Frecuencia entre Transmisor/Receptor:
23 GHz (1008, 1200, 1232) 26 GHz (1008 MHz)
38 GHz (700, 1260 MHz)

Modulación: QPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura)

Capacidad de Velocidad de Transmisión: 2, 4, 8 ó 16x2 Mbit/s, 34 Mbit/s + 2x2 Mbit/s

Ancho de Banda del Canal:				
2x2 Mbit/s	4x2 Mbit/s	8x2 Mbit/s	16x2 Mbit/s	34 Mbit/s
3.5 MHz	7.0 MHz	14 MHz	28 MHz	28 MHz

Fuente de Frecuencia: Sintetizador programable, rango completo de sintonización

Rango de Sintonización: 23/26 GHz (hasta 500 MHz) 38 GHz (hasta 600 MHz)

Configuraciones: Sin protección, con protección 1+1 del equipo

Interconexión Unidad Interior/Exterior: Separación máx. de 300 m. Un solo cable coaxial, Belden 9913 (RG-8) o equivalente

Interfaz Digital: 2 Mbit/s 120 ohmios, bal. ó 75 ohmios, no bal.

Codificación de Línea: HDB3 ó AMI

Canal de Datos: Datos asincrónicos de hasta 19.2 kbaudios

Interfaz de Datos: RS232 (V24) ó RS423 (V10)

Canal de Servicio de Voz VF: Con señalización de Multifrecuencia de Tono Doble DTMF (opcional)

Gestión de Redes: Administradores FarScan™, HNM, SNMP

Interfaz NMS: SNMP, FarScan™, contactos secos de relé, y compatibles con los sistemas HNM

Control de Radio y Dispositivos de Monitoreo:
- Aplicaciones de software de interfaz "Craft", el cual opera en un ordenador portátil "laptop".
- Terminal portátil con teclado y unidad de presentación visual
- Terminal VT-100

Detección de Averías: Auto-Diagnósticos, alarmas con indicadores luminosos "LEDs" para señalar reemplazos.
Alarmas: Unidad Interior, Unidad Exterior, Cable, Resumen de Alarma

Condiciones Ambientales: Interior Exterior
Funcionamiento Garantizado: 0°C a +50°C -33°C a +55°C
Operacional: -10°C a +55°C -40°C a +55°C
Humedad: Interior, 95% máx.; 100 % (sin condensación)

Fuentes de Alimentación: 21 a 60 Vdc, positivo o negativo a tierra

Consumo de Energía:
El consumo podría ser mayor, dependiendo de la configuración.
23 GHz 26 GHz 38 GHz
2, 4x2 Mbit/s <42 Vatios <50 Vatios <45 Vatios
8, 16x2 Mbit/s, 34 Mbit/s <47 Vatios <60 Vatios <50 Vatios

Características del Transmisor

Potencia de Salida: 23 GHz, +18 dbm 26/38 GHz, +16 dbm

Atenuación de la Potencia RF: 40 dB en incrementos de 1 dB

Control de Supresión de la Potencia: > 50 dB de atenuación

Estabilidad de Frecuencia: ±5 ppm incluyendo envejecimiento



Unidad Interior para aplicaciones 2/4 E1



Unidad Interior para aplicaciones de capacidad media

Ganancia del Sistema

23, 26/38 GHz					
BER	2x2 Mbit/s	4x2 Mbit/s	8x2 Mbit/s	16x2 Mbit/s	34 Mbit/s + 2x2 Mbit/s
1 x 10 ⁻³	110/108 dB	107/105 dB	104/102 dB	101/99 dB	100/98 dB
1 x 10 ⁻⁶	108/106 dB	105/103 dB	102/100 dB	99/97 dB	98/96 dB

Características del Receptor

Coefficiente de Ruido: 8 dB máximo en el puerto de la antena

Sensibilidad:

BER	2x2 Mbit/s	4x2 Mbit/s	8x2 Mbit/s	16x2 Mbit/s	34 Mbit/s + 2x2 Mbit/s
1 x 10 ⁻³	-92 dBm	-89 dBm	-86 dBm	-83 dBm	-82 dBm
1 x 10 ⁻⁶	-80 dBm	-87 dBm	-84 dBm	-81 dBm	-80 dBm

BER Residual: < 10⁻¹² BER Sobrecarga RF: (sin errores) - 25 dBm

Estabilidad de Frecuencia: ±5 ppm incluyendo envejecimiento

FEC (Corrección Anticipada de Errores): Integrado

Información concerniente a las Normas

Planes de Frecuencia:

23 GHz: ITU-R Rec. F637-2, ETS 300 198, MPT 1409
26 GHz: ETS 300 431, MPT 1420, CEPT-ERC Rec. T/R 13-02 E, BAPT 211ZV11
38 GHz: ETS 300 197, MPT 1414, ITU-R Rec. 749, BAPT211ZV12)

Normas de Interferencia Electromagnética: ETS 300 385 (EN55022)

Características Físicas

Conector del Cable: Interior a Exterior; hembra tipo-N

Tamaño del Bastidor:

Unidad Interior; 483 mm EIA o bastidor de relevadores ETSI
Unidad Exterior; para montaje en poste, muro o ventana

Dimensiones:

Unidad Exterior,	Altura	Anchura	Profundidad
23 GHz,	314 mm	314 mm	127 mm (excluyendo la antena)
26 GHz,	314 mm	314 mm	163 mm (excluyendo la antena)
38 GHz,	314 mm	314 mm	127 mm (excluyendo la antena)
38 GHz,	320 mm	320 mm	102 mm (incluyendo la antena plana integrada)
Unidad Interior;	45 mm	483 mm	267 mm 2 ó 4 x 2 Mbit/s
Unidad Interior;	133 mm	483 mm	296 mm 8, 16x2 Mbit/s, 34+2x2 Mbit/s

Peso:	Unidad Exterior*	Radio	Placa de Acoplamiento
23 GHz;	4.20 kg	2.3 kg (excluyendo la antena)	
26 GHz;	5.40 kg	2.3 kg (excluyendo la antena)	
38 GHz;	3.96 kg	2.3 kg (excluyendo la antena)	
38 GHz;	4.90 kg	(incluyendo la antena plana integrada)	

Características de la Antena

Tipo: Parabólica, Andrews VHLP, disponible en 1, 2 y 4 pies.

Antena plana para 38 GHz con ganancia de 38 dBi, de conformidad con MPT 1414, MPT 1420, BAPT 21ZV1 I

Montaje: En poste, muro o ventana

Alineamiento: Juego para el alineamiento de la Antena (opcional)

Polarización: Horizontal o vertical

Carga de Viento: Operacional; 150 Km/h Supervivencia; 205 Km/h

*En la cara frontal de esta hoja se presenta la fotografía del MicroStar® M de 38 GHz

Las especificaciones de funcionamiento dadas aquí son típicas y se aplican a los transmisores y receptores en conexión de apoyo recíproco. Deben ser confirmadas antes de ser aplicadas a cualquier sistema, contrato o pedido específico.



soluciones para el siguiente nivel

Microwave Communications Division | 3 Hôtel de Ville | Montreal, Quebec, Canada H9B 3G4
Teléfonos 1-800-4-HARRIS ext. 3209 (en América del Norte) 1-321-727-9207 ext.3209 (fuera de América del Norte) www.hamis.com

Copyright © 2000 Harris Corporation
Información sujeta a cambios sin previa notificación. Impreso en Canadá, 01/00 Forma 179B(S)

APÉNDICE F

Características: Sphere System



System Features

The Spherical™ Total Communications Solution

Spherical is an IP PBX that enables your data network to become the foundation for a converged, integrated voice, data and video system. The solution includes—

- Operating software for delivering telephony functions and managing the system
- User software that provides an easy-to-use PC interface to telephone functions
- Integrated communications applications, such as unified messaging and enterprise fax service
- Gateway devices for linking users, networks and outside services

Scalability Features

- Fewer than 100 to over 22,000 ports

Reliability Features

Manager

- Multi-level redundancy
- Load balancing
- Optional RAID1, hot-swappable DASD
- Automatic fault detection and recovery

VG3 Media Gateways: COHub™, PhoneHub™, BranchHub™ and MeetingHub™

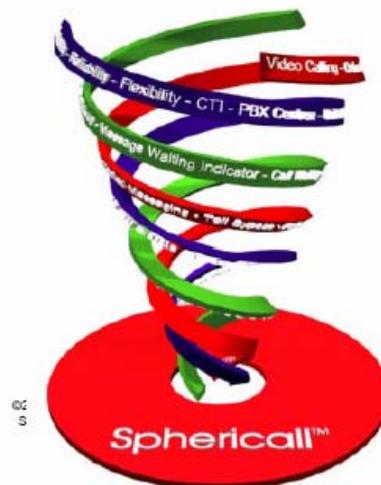
- Auto-discovery
- Multi-tasking (maintains calls during recovery)
- Power Failure Transfer (PFT) connects selected phones to the public phone network automatically

General Calling Features

- Call announce
- Call coverage, Multi-level/Follow me/Conditional
- Call forward
- Call hold
- Call waiting
- Dial-out authorization codes
- Direct inward dial
- Direct outward dial
- Inbound routing schedules (automatic)
- Message waiting indicator (audio/visual)
- Multi-party conferencing
- Music-on-hold
- On-hold reminder
- Park zones
- Permission (allow/disallow number) lists
- Pickup groups
- Station hunt groups, Round robin/Linear/Ring all
- Trunk hunt groups (directional)
- And more

Voice Mail

- Unified Messaging with Microsoft Exchange
- Multiple Auto Attendants
- Name record and directory look-up
- Normal and Extended Absence Greeting



COHub, COHub, BranchHub, MeetingHub and the Sphere logo are trademarks of Spherical. All other trademarks herein may be trademarks of their respective companies. For configuration and other specifications subject to change without notice. For detailed specifications, visit www.spherecom.com/specifications.htm.

P/N 470-102r3 Printed 3/17/03
U.S. Patent No. 5,892,764. Other U.S. and Foreign Patents Pending.



System Features

Administration and Maintenance Features

- On-site screen notification of emergency call placed
- ISDN Enhanced 911 support
- Auto-assignment of extensions (optional)
- Auto-assignment of outside line access prefix (optional)
- Call on hold return time configuration
- Copy user, point-and-click
- Data import from flat file utility
- Digit manipulation rules for outbound calls, add/insert/strip
- Line monitoring
- Maintenance testing, system-wide
- Point-and-click moves/adds/changes
- Parked call return time configuration
- Profiles, unlimited service classifications
- Remote or local installation of administration interface
- Security, at local PC and network level (default)
- Security, NT domain level, forced login (optional)
- Telephony area rules, configurable for different locations
- Transfer return time configuration
- Trunk monitoring
- Trunk testing, automatic and configurable
- Media gateway

Reporting and Data Export Features

- Call accounting, export flat file or UDP integration
- Call detail report
- Data export, Originator ID, Receiver ID, Intended receiver ID, Time, Duration, Outcome, Reason
- Inside line report
- Number plan report
- Outside lines report
- Phone list, export to HTML
- System parameters report

Desktop Interface Features

- Point-and-Click activation of —
 - Caller ID image, with optional image of caller
 - Call display, current and active
 - Multi-party conferencing
 - Multi-level forwarding and coverage
 - Park/Unpark
 - Speed dialing
 - And more
- Call log, multiple sorting methods
- Do Not Disturb indication
- Extensions list, sort by name or number
- Message waiting indication
- Microsoft Outlook integration
- Missed call indication
- Personal phone book
- Recent calls list, color coded, and click-to-redial TAPI compliant

Telephone Set Features

- 3-way call
- Authorize line
- Call pickup group
- Call pickup individual
- Call unpark
- Caller ID
- Do not disturb
- Forwarding
- Identify assigned extension
- Message waiting indication
- Park
- Set extension
- Transfer



Sphere Communications Inc.

300 Tri-State International
Suite 150
Lincolnshire, IL 60069
tel: 847 793 9600
fax: 847 793 9660
www.spherecom.com

APÉNDICE G

Características y facilidades: Spherical Manager Server



Hosts Call Processing Software

Sphericalcall™ Manager Server Platform SM1000



Functional Description

The Sphericalcall™ Manager communications server (SM1000) is an open-architecture platform that hosts Sphericalcall Manager software. The SM1000 is a 2-unit high rack-mountable server with Windows 2000 OS, remote access software and a 10/100 ethernet connection. Multiple SM1000 units deployed throughout your network provide real-time load balancing, fault tolerance and fail-over protection, helping ensure "five nines" reliability for the Sphericalcall VoIP system.

In combination with Sphericalcall Manager Software or Remote Manager Software, SM1000s become control centers for the call processing activities that take in the Sphericalcall VoIP system. They deliver telephone services across your broadband network wherever they are needed, and if one unit fails or goes offline, another unit picks up the workload—even if a call is already in progress. Because the SM1000 can be physically located anywhere on the system, unique customer solutions like multi-site IP PBXs or PBX trunking can be easily designed and configured.

Key Features

Flexible and Scalable

A Sphericalcall VoIP solution grows to handle over 22,000 phones. You can start with fewer than 100 phones and support up to 1,500 per SM1000. As your needs grow, more SM1000s with call control software can be added to handle the work.

Engineered for Reliability and Availability

Multiple SM1000 units act as redundant backups for each other, enhancing system reliability. When loaded with Sphericalcall Manager software, system workloads are

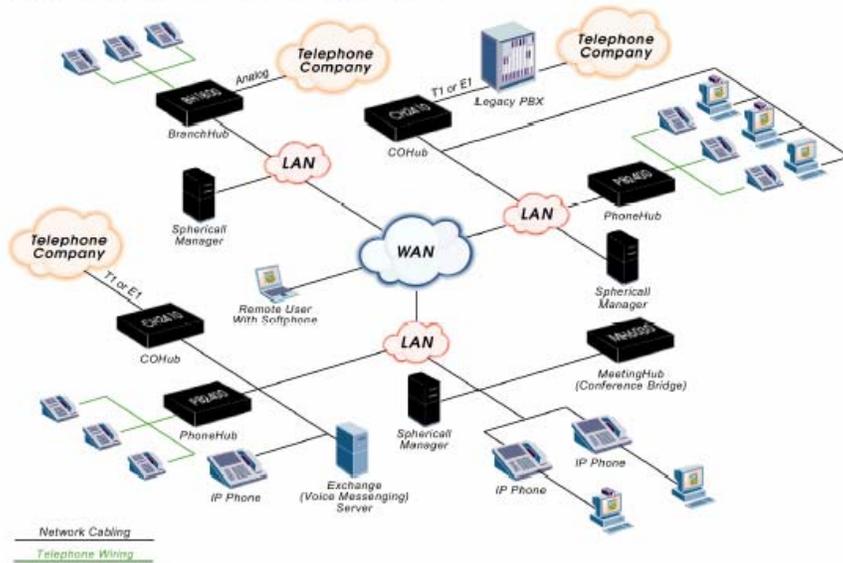
balanced between SM1000 units, using resources efficiently and ensuring high availability.

Easy to Implement and Manage

SM1000s are industry standard servers that integrate easily into your network. Their compact design fits smoothly into existing network rooms or telecom closets. An intuitive point-and-click management tool and familiar operating system make SM1000 operation easy for network administrators. Secure remote access makes 24 x 7 support available from virtually anywhere.



Spherical Version 3.4 Architecture



System Specifications

Physical Characteristics

- 17 x 18 x 3.5 inches (432 x 88.4 x 457mm)
- 19 inch (48cm) rack-mounted (2U high) or standalone
- 30 lbs. (13.5kg)
- Locking and removable front door
- Operating temperature 32° to 104°F (0° to 40°C)
- Operating humidity 10% to 90% RHNC
- Operating power 110/240V auto-sensing

Operating Software

- Spherical Manager Software
- Microsoft Windows 2000, Service Pack 2
- WINZIP V8.0
- Symantec PC Anywhere v10

Device Configuration

- Intel Pentium III, 800 MHz or higher
- 512 Mb PC-100 SDRAM
- 1.44 Mb floppy, 40x CD-ROM, 20.0 Gb ATA HD or higher
- 10/100 BaseT



Sphere Communications Inc.

Two Energy Drive
Lake Bluff, IL 60044
tel: 847 247 8200
fax: 847 247 8290
www.spherecom.com

www.spherecom.com

©2002 Sphere Communications Inc. Spherical, Manager, COHub, PhoneHub, BranchHub, MeetingHub and the Sphere logo are trademarks of Sphere Communications Inc. Additional names and products mentioned here may be trademarks of their respective companies. Product specifications subject to change without notice.

APÉNDICE H

Descripción de: SphericaII Manager



Spherical Manager

Functional Description

Spherical™ Manager software distributes call-processing services over your broadband network. It delivers the calling features you have come to expect in a phone system, as well as IP PBX features like computer-telephone integration and streaming video support.

Spherical Manager is an IP PBX without the traditional PBX box (and its closed, proprietary architecture). Manager software delivers PBX-style call services, but also links to other systems and applications. Manager processing lets you connect separate legacy PBX systems seamlessly. Manager also links with specialized applications for unified messaging, video, call accounting, call center management and future computer telephony applications.

Innovative Manager architecture lets multiple instances of the software work together for fault-tolerance, scalability and performance. Workloads transfer to non-busy sites to ensure consistent, fast response. Manager fault-tolerance means that if a device fails—for whatever reason—another one picks up its workload automatically. It also has an easy-to-use, point-and-click interface for monitoring, managing and modifying the complete Spherical system.

Key Features

"Five-nines" Reliability

The Spherical Manager design provides 99.999% availability. Automatic fault detection finds, avoids and corrects problems without service interruption. Multi-level redundancy ensures "always there" dial tone. Automatic load balancing enhances performance for quick response.

Broad Incremental Scalability

A Spherical system handles up to 22,000 total ports. The same Manager software serves small, medium and large sites that make up today's enterprises. Start with fewer than 100 phones and grow as you go, using Spherical Manager (or Remote Manager smaller sites).

Comprehensive Call Services

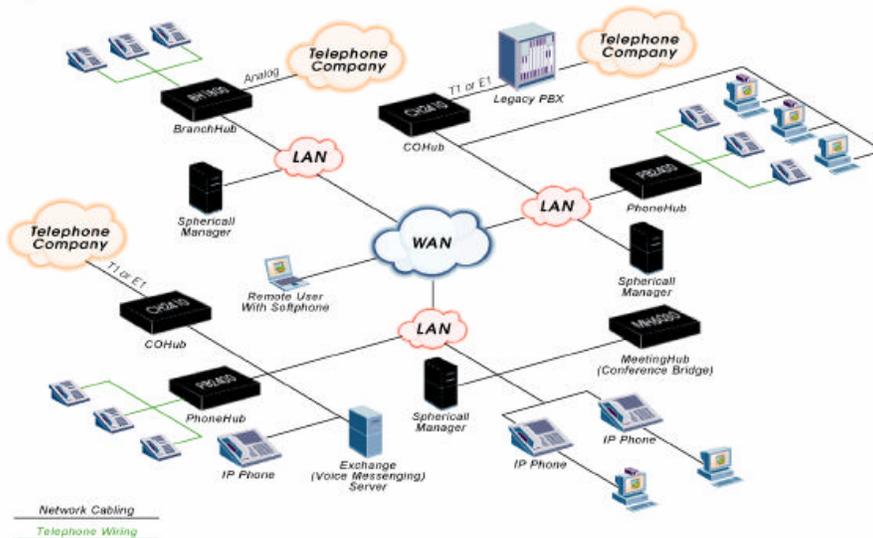
Spherical Manager gives you advanced convenience and productivity features—such as multi-party conferencing, direct dialing and more. Of course, Manager software supports emergency services such as enhanced 911. Your calls are encoded to ensure toll-quality voice, regardless of network type.

Administration Made Easy

A point-and-click interface makes routine tasks such as moves, adds and changes point-and-click easy. Remote access and rights-based administration make 24x7 support safe and reliable. System diagnostic tools pinpoint problems for quick resolution.

Sphere Spherical Manager

Spherical™ Architecture



Software Features

Selected Standards

- TAPI
- DirectX
- AppProto
- SMDI
- TARP
- CTIP
- TCP/IP

General Call Services

- Direct dialing, inward and outward
- Call waiting, dial tone/FSK signaling
- Conferencing, multi-party
- Call hold, hold reminder, optional music
- Call announce, transfer
- Call forwarding, multi-level coverage
- Park zones and pickup groups
- Allow/disallow specific numbers
- User access authorization codes
- Multiple hunt groups, ring all capability

Administrative Reports

- Call detail
- Number plan
- Inside lines
- Outside lines
- General system settings
- Phone directory export to HTML

Administration Services

- Multi-field user data
- VBX auto-replace
- Automatic line assignment
- Class-of-service user profiles
- User group based zoning
- Point-and-click moves/adds/changes
- Digit manipulation rules
- Variable return-times
- Telephony area dialing rules
- Multi-level security, right-s-based access
- System maintenance testing
- Automatic trunk testing
- Trunk/line monitoring

Emergency Services

- Emergency call precedence
- 911 location groups
- ISDN enhanced 911 support
- Emergency numbers list
- On-screen emergency call notification

System Requirements

- Spherical Manager Software
- Microsoft Windows 2000, SP 2
- Intel Pentium III, 800 MHz or higher
- 512 Mb PC100 SDRAM or higher
- 20.0 Gb ATA HD or higher
- 10/100 Base T



Sphere Communications Inc.

300 Tri-State International
Suite 150
Lincolnshire, IL 60069
tel: 847 793 9600
fax: 847 793 9690
www.spherecom.com

©2003 Sphere Communications Inc. All rights reserved. Spherical, Manager, COHub, PhoneHub, BranchHub, MeetingHub and the Sphere logo are trademarks of Sphere Communications Inc. Additional names and products mentioned herein may be trademarks of their respective companies. Product specifications subject to change without notice. Printed 3/16/2003. U.S. Patent No. 5,892,764. Other U.S. and Foreign Patents Pending.

APÉNDICE I

Características y Facilidades: PhoneHub

VG3 PhoneHub



Functional Description

The VG3 PhoneHub™ media gateway connects phones, modems and faxes to your broadband data network. You don't need special phones or wiring. Standard business phones connect over regular wiring to the PhoneHub ports. From there, the Spherical system connects your calls to another phone on your network or to any other phone in the world. The PhoneHub can be configured for G.711 and G.729 AB voice encoding to optimize both system and network performance.

The PhoneHub device delivers the dial tone, busy signal and other information tones to the network phones. It also delivers line power up to 2000 feet away to analog phones, over regular cat 3 (or higher) wiring. Because phone system availability is a number one requirement, the PhoneHub automatically switches one phone to the public phone network in the event of a power failure.

A PhoneHub unit is one of the primary building blocks of the Spherical system. Expand capacity 12 or 24 ports at a time by adding more PhoneHubs—up to 22,500 total ports. The PhoneHub, BranchHub™, COHub™ and Spherical Manager components work together seamlessly. So, your phone system can grow many times without changing technology.

Key Benefits

Feature-rich

The PhoneHub supports different media connections to Ethernet and ATM broadband networks and works with a variety of phone sets. It supports the standards for caller ID, message waiting and other advanced features. It's also compatible with modems, fax devices, music-on-hold, paging and encryption technology.

Easy to Support

Add a PhoneHub to your Spherical system and it auto-locates its Manager and receives its instructions. PhoneHub configuration and firmware upgrades are done from a central administration workstation. Regular jobs such as moves,

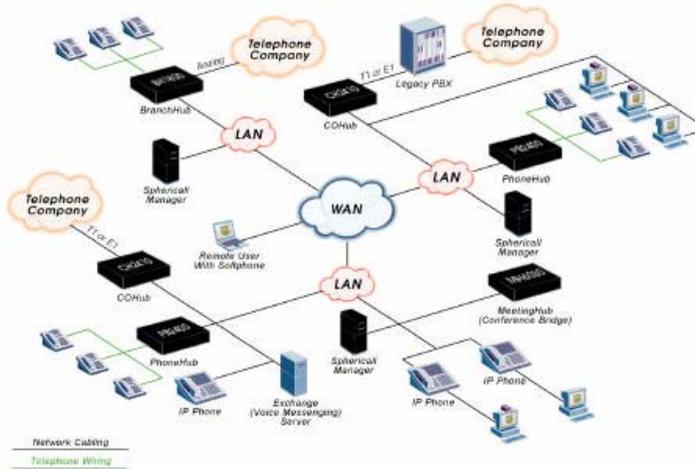
adds and changes become logical rather than physical tasks—thanks to the ability to remotely manage PhoneHubs.

Engineered for Reliability and Availability

PhoneHubs keep phone service going under critical conditions. A total power failure activates the PhoneHub fail-safe switch to the public phone network so calls can still be made from a selected phone. If a PhoneHub loses connection to a Manager unit (because of a power failure or network failure) it automatically links to an alternate Manager. Your calls keep going through.

VG3 PhoneHub

Spherical™ Architecture



Technical Specifications

Telephony Interface

- 12 or 24 station ports, 1 failover port
- 50-position telco connector, wired per RJ21X
- 25mA, DC loop current (polarity insensitive, off-hook battery = -24VDC)
- 2 wire impedance—600 Ω nominal
- Ring generation—20Hz, 2 seconds on/4 seconds off (default), 45Vrms, trapezoidal wave shape, 2.0A REN maximum
- Frequency response—300 to 3400 Hz +/- 3dB (transmit/receive)
- Max loop length, 24 AWG on-premises wiring — 2000 ft. (609m)

Network Specifications

- G711, G729 AB support
- Auto-sensing 10/100 Ethernet interface
- ATM 25, 155 and OC-3 physical interfaces
- RJ45 modular connector
- 802.1 p/q for Ethernet
- DiffServ for IP
- CBR for ATM

Physical Characteristics and Approvals

- 17 1/4 x 1 3/4 x 15 in. (44 x 4.45 x 38.1cm)
- 19 inch (48cm) rack mounted (1U high) or standalone
- Unit weight 8.8 lbs (4.0kg)
- Operating temperature 32° to 104°F (0° to 40°C)
- Operating humidity 0% to 90% RHNC
- Operating power 110/240V auto-sensing
- Telecom approval—FCC Part 68, CS-03, SCT, CE
- EMC approval—FCC Part 15, Class A, CE
- Safety approval—ETL, cETL, NOM, CE

Device/Feature Support

- 2500 analog phone sets
- CLASS phones and features
- Paging systems
- Music-on-hold sources



Sphere Communications Inc.

300 Tri-State International
Suite 150
Lincolnshire, IL 60069
tel: 847 793 9600
fax: 847 793 9690
www.spherecom.com

© 2003 Sphere Communications Inc. Spherical, PhoneHub, BranchHub, COHub and the Sphere logo are trademarks of Sphere Communications Inc. Additional names and products mentioned herein may be trademarks of their respective companies. Product specifications subject to change without notice. Printed 3/15/2003. U.S. Patent No. 5,892,764. Other U.S. and Foreign Patents Pending.

APÉNDICE J

Características y Facilidades: COHUB

VG3

COHub



Functional Description

The VG3 COHub™ media gateway links your broadband data network to the public switched telephone network (PSTN) or a legacy PBX. It supports ISDN and Q.SIG over T1 or E1, so it fits a broad spectrum of solutions. It also links PBXs using your broadband network and Spherical Manager™ technology, instead of requiring costly tandem switches and leased lines.

The COHub gateway is easy to implement and manage. It auto-discovers its Spherical Manager unit to receive configuration, firmware upgrades and other instructions from the Manager. A built-in monitor jack makes line testing easy. Maintenance and monitoring is done from a central administration console or a secure, remote PC connection. The COHub can be configured for G.711 and G.729 AB voice encoding to optimize both system and network performance.

COHub design supports the telephony features you expect, such as direct-inward-dialing (DID), caller ID and enhanced 911. The COHub gateway is part of the Spherical total communications system, which brings network telephony to thousands of users today.

Key Benefits

Designed for Flexibility and Growth

The COHub gateway attaches to your Ethernet or ATM broadband network using copper or fiber-optic cabling. It attaches to the phone company using T1 or E1 circuits, either directly into the PSTN or through your existing PBX. In a distributed network, multiple COHub units give you local PSTN access in multiple locations. The modular design makes it easy to add capacity when—and where—you need it.

Enhances Legacy PBX

A VG3 COHub lets you expand your PBX's capabilities without an expensive PBX upgrade. It integrates seamlessly with many legacy PBXs from Nortel, Lucent, Fujitsu and others, expanding the number of users and offering enhanced features

without disrupting your current users' service. COHub units also connect separate PBXs over your broadband network.

Quality-Reliability-Availability

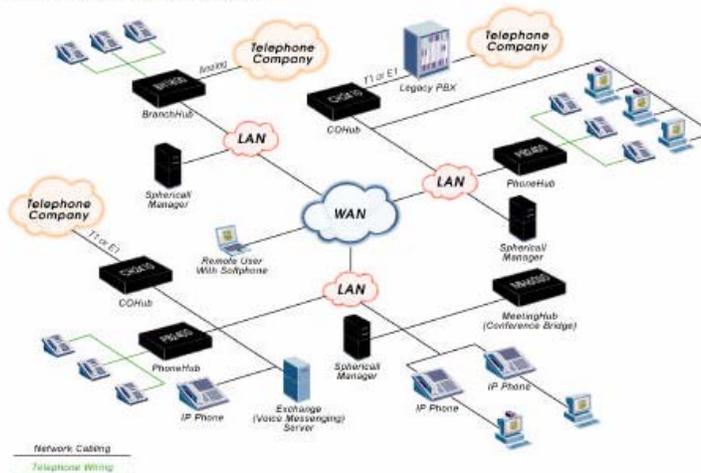
The COHub supports industry standards—and your high expectations—for superior voice quality. It supports multiple Quality of Service (QoS) standards including 802.1 p/q, CBR and DiffServ. Dynamic load balancing optimizes resource use and helps ensure service availability so that calls always go through. Bandwidth-on-demand conserves network resources. The COHub even has built-in surge and lightning protection.

© 2003 Sphere Communications Inc. Spherical, COHub and the Sphere logo are trademarks of Sphere Communications Inc. Additional names and products mentioned herein may be trademarks of their respective companies. Product specifications subject to change without notice. Printed 3/16/2003. U.S. Patent No. 5,892,764. Other U.S. and Foreign Patents Pending.

VG3

COHub

Spherical™ Architecture



Technical Specifications

Telephony Interface

- Signaling protocols
 - T1/E1 ISDN
 - T1/E1 Q.SIG
 - T1 CAS
 - E1/R2*
- Complies with AT&T TR62411 for clock and data recovery, jitter tolerance and other electrical standards
- Long Haul DS1 and Short Haul DSX1 digital network interfaces
- RJ48C jack for T1, dual Bantam jack for monitoring and two BNC jacks for E1 access
- Full-time echo cancellation per channel
- Full Touchtone support

Network Specifications

- G711, G729 AB support
- Auto-sensing 10/100 Ethernet interface
- ATM 25, 155 and OC-3 physical interfaces
- RJ45 modular connector
- 802.1 p/q for Ethernet
- DiffServ for IP
- CBR for ATM

*check for national availability

Physical Characteristics and Approvals

- 17 ¼ x 1 ¾ x 15 in. (44 x 4.45 x 38.1 cm)
- 19 inch (48cm) rack mounted (1U high) or standalone
- Unit weight 8.0 lbs (3.64kg)
- Operating temperature 32° to 104°F (0° to 40°C)
- Operating humidity 0% to 90% RHNC
- Operating power 110/240V auto-sensing
- Telecom approval—FCC Part 68, CS-03, SCT, CE
- EMC approval—FCC Part 15, Class A, CE
- Safety approval—ETL, cETL, NOM, CE



Sphere Communications Inc.
 300 Tri-State International
 Suite 150
 Lincolnshire, IL 60069
 tel: 847 793 9600
 fax: 847 793 9690
 www.spherecom.com

© 2003 Sphere Communications Inc. Spherical, COHub and the Sphere logo are trademarks of Sphere Communications Inc. Additional names and products mentioned herein may be trademarks of their respective companies. Product specifications subject to change without notice. Printed 3/16/2003. U.S. Patent No. 5,892,764. Other U.S. and Foreign Patents Pending.

APÉNDICE K

TELÉFONOS IP



IP Telephones

Functional Description

SoundPoint® IP telephones are standards-based Voice over IP (VoIP) endpoints powerful enough to deliver rich applications to the desktop. Manufactured by Polycom®, a technology leader in voice communications hardware, SoundPoint IP phones provide the perfect complement to the Spherical IP PBX as the premier full-featured, intelligent endpoints on your converged network.

SoundPoint IP phones connect directly to your Ethernet network. They make the most of your existing data network infrastructure by connecting both your PC and phone at your desk with a single Category 5 wire connection. The phones are software-upgradeable, so as new features develop and protocols evolve, you stay on the leading edge.

The SoundPoint IP phones provide excellent voice quality with the latest microprocessor technology and support for quality-of-service protocols. Programmable feature keys and context-sensitive keys let you access Spherical advanced functions with a simple touch. They also feature speakerphone functionality and a large graphic display for time, date, caller ID data and additional information that will be delivered by future applications.

Key Benefits

Complete Spherical Interoperability

The SoundPoint IP phones have successfully undergone rigorous testing for compatibility with the Spherical VoIP system. Spherical users can choose a mix of SoundPoint IP phones or combine IP phones and analog business phones on the same system. All phones work in concert with the optional Spherical desktop user interface.

Investment Protection

The SoundPoint IP phones work with multiple open standards, making them non-proprietary. Firmware can be field-upgraded as new features and protocols develop; they are not single generation lifespan products. This forward-thinking approach means you

won't replace the phones you install today to grow your system's capabilities tomorrow. And Spherical's incremental growth architecture lets you add phones to the network anywhere, anytime.

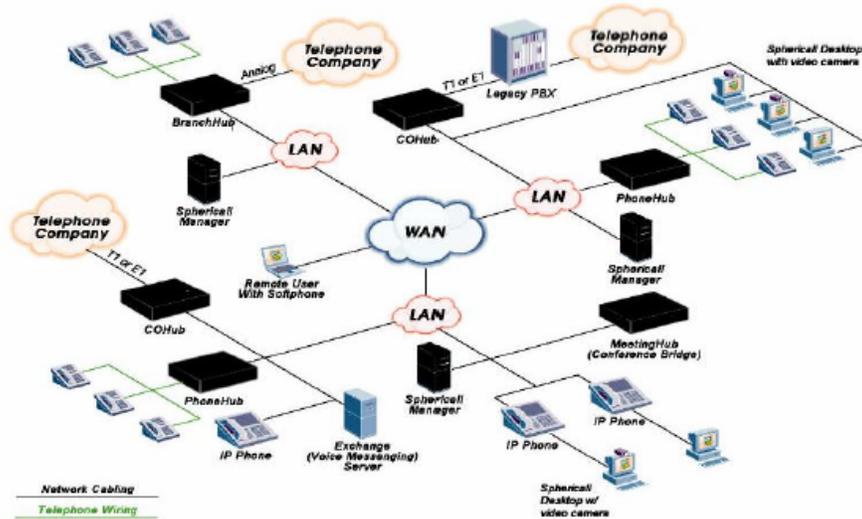
Desktop Art and Science

The SoundPoint IP phone family combines eye appeal with ease-of-use and practicality. Because the SoundPoint IP phones are network devices, it's simple to plug them in one at a time wherever they are needed. They check-in and self-configure as soon as they're connected, so complicated and expensive moves, adds and changes are a thing of the past. Use them in growing or dynamic work groups, to accommodate mobile or temporary employees.

Sphere

IP Telephones

Spherical™ Architecture



Product Specifications

Phone Features

- Full compatibility with Spherical IP PBX and Desktop interface
- Large, 80 x 160 pixel LCD display
- Full-Duplex* Speakerphone with acoustic echo cancellation
- Short-cut function keys
- Context-sensitive soft keys
- Modular jack for popular business headsets

Networking and Configuration

- Dual 10/100* Ethernet ports
- Packet forwarding with voice priority
- Manual or dynamic (DHCP) IP address setup
- Server-provisioned XML-based user configuration files

Standards and Codecs

- G.711 μ -law
- IETF MGCP v1.0 (with additional feature phone support)

Package Contents

- SoundPoint® IP 500 or SoundPoint® IP 400 telephone with desk stand
- 7 ft. Cat 5 network cable with power port AC adapter
- User guide and quick start card
- Warranty registration card

Operating Power

- Universal wall adapter delivers local power over network cable

Physical Characteristics and Approvals

- 10.5 x 6 x 1.75 in. (26.5 x 15 x 19cm)
- Shipping weight 5 lbs. (2.27kg)
- Safety approvals-IEC 950, UL 1950, SAC22.2
- No. 950
- EMI approval-FCC Class B Part 15
- Acoustic approval-ANSI/EIA/TIA 810
- Hearing aid compatible

*Available on SoundPoint IP 500 model only



Sphere Communications Inc.
 300 Tri-State International
 Suite 150
 Lincolnshire, IL 60069
 tel: 847 793 9600
 fax: 847 793 9600
 www.spherecom.com

© 2003 Sphere Communications Inc. All rights reserved. Spherical and the Sphere logo are trademarks of Sphere Communications Inc. Additional names and products mentioned herein may be trademarks of their respective companies. For configuration and ordering information, see your authorized Sphere dealer. Product specifications subject to change without notice. For detailed specifications, visit www.spherecom.com/specifications.htm. Printed 03/17/03. P/N 472-112/3
 U.S. Patent No. 5,892,764. Other U.S. and Foreign Patents Pending.

APÉNDICE L

BIOCLIMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

2. El clima de la Ciudad de México

Localizada en un valle elevado (2 250 msnm) en los trópicos (~19° Latitud N) la Ciudad de México es una de las zonas conurbadas más grandes del mundo (14.8 millones de habitantes en 1990).

El clima en los suburbios del norte y del este es semiárido (450 mm/año), favorece el desarrollo de tormentas de polvo al final de la estación seca (Jáuregui, 1989). En los sectores oeste y sur el clima es más húmedo (800 a 1000 mm/año). La escasa precipitación durante la estación fría (noviembre-febrero) se origina a partir del paso de frentes que dan lugar al tiempo anticiclónico con cielos despejados y abundante soleamiento. La lluvia durante el verano está asociada con las tormentas generadas por sistemas de circulación atmosférica tropicales (cálido-húmedos) llamados ondas del este, o bien con efectos orográficos.

La variación anual de la temperatura es pequeña pero el rango diurno es grande (~20°C) en la segunda mitad de la estación seca, cuando las inversiones térmicas superficiales de origen radiativo impiden la dispersión de contaminantes atmosféricos.

Las temperaturas medias mensuales en la Ciudad de México varían desde 17 hasta 20°C durante la estación cálida, caracterizadas por noches frías y tardes de templadas a calurosas. Durante este periodo, los habitantes de la ciudad se enfrentan al dilema de llevar ropas apropiadas para una mañana fresca y sufrir las consecuencias de exceso de ropa durante la tarde. Claramente, las temperaturas medias mensuales en este caso no revelan la estructura actual de régimen térmico.

3. Los datos

Los registros medios mensuales de temperatura (°C) y precipitación (mm) estuvieron disponibles a partir de 36 estaciones para el periodo 1951-1980 (fig. 1). Las temperaturas y la precipitación medias mensuales para el futuro fueron obtenidas de los escenarios regionales para México, derivados de las salidas de los modelos CCC (*Canadian Climate Center*) y GFDL-R30 (*Geophysical Fluid Dynamic Laboratory*), aplicados a México por Conde *et al.*, (1996).

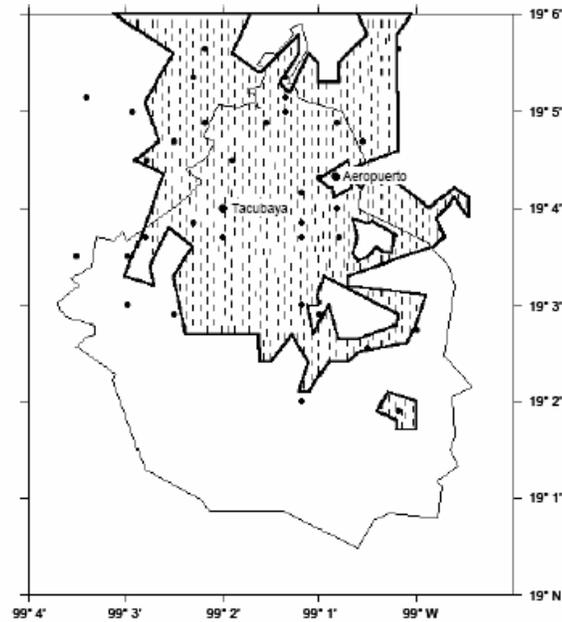


Figura 1. Localización de las estaciones climáticas.

Generalmente se entiende que las variables regionalizadas (por ejemplo temperatura y precipitación) pueden llegar a ser altamente especulativas ya que la fuente potencial de error es grande (por ejemplo los efectos de los cambios de nubosidad y otros). Sin embargo, puesto que los modelos seleccionados dieron resultados similares de incremento de temperatura media para el centro del país (entre 2.1 y 2.9°C según el cuadro 2), se adoptó el valor más bajo para la estimación de la temperatura esperada, cuando haya una duplicación en la concentración de CO₂, lo cual se supone que ocurrirá aproximadamente en el año 2050. Desde luego que esta suposición introduce otra fuente de incertidumbre.

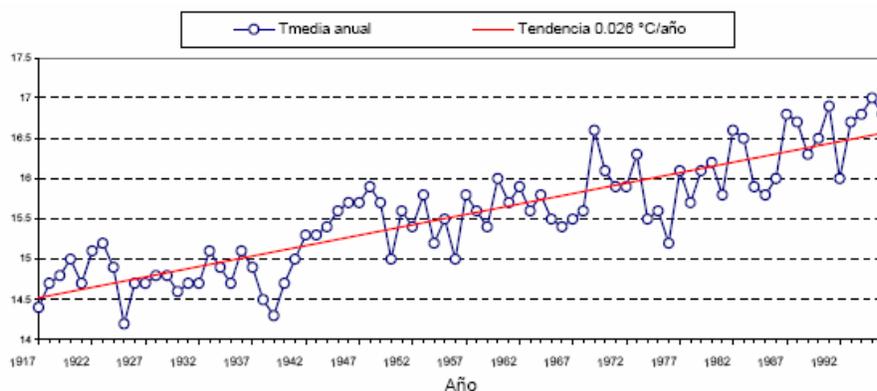
Cuadro 2. Incremento de temperatura ambiente en Tacubaya (anual y mes de mayo) observado en distintos periodos (columnas 2 y 3). Las columnas 4 y 5 muestran los incrementos estimados para el periodo 1980-2050, siguiendo las tendencias observadas en cada periodo. En los dos últimos renglones se presentan las estimaciones con los modelos CCC y GFDL-R30.

Periodo	Incremento (°C/año) con un nivel de significancia de 0.05.		Incrementos de temperatura estimados para 1980-2050 (°C)	
	Promedio anual	Promedio de mayo (mes más cálido)	Promedio Anual	Promedio de mayo (mes más cálido)
1917-1996	0.026	0.027	1.80	1.89
1950-1996	0.029	0.035	2.0	2.5
1980-1996	0.048	0.079	3.4	5.5
Modelo CCC			2.1	2.2
Modelo GFDL-R30			2.9	2.4

La figura 2 muestra la curva de temperatura media mensual en la estación urbana Tacubaya, localizada al oeste del centro de la ciudad. Las tendencias de temperatura se muestran para tres

periodos: 1917-1996 (fig. 3a), 1950-1996 (fig. 3b) y para los años recientes (1980-1996, fig. 3c) en los cuales se ha señalado la razón de incremento más probable de temperatura. Para la proyección del periodo 1980-2050 se seleccionó la razón de incremento de temperatura, obtenida a partir del periodo 1980-1996, ya que ésta da el incremento mayor (3.4°C en total). Como este incremento de temperatura es supuesto, el resultado tanto de la urbanización como del calentamiento global, tendría que ser superior al incremento de temperatura, debido únicamente al calentamiento por el efecto invernadero (2.1°C).

El censo de 1990 ha revelado una ligera disminución en la población del Distrito Federal después de los sismos de 1985, debido en gran parte, a la migración que se ha asentado en áreas metropolitanas (8.7 millones de habitantes) y en ciudades satélites. Esta redistribución de la población contribuye al incremento en la densidad del área edificada en los suburbios y, por lo tanto, es lógico esperar que tienda a mantener alta la tasa de crecimiento de la isla de calor durante el siglo XXI.



Temperatura media anual en el observatorio de Tacubaya. Periodo 1917-1996.

