



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE ÁREA METROPOLITANA DE BANDA ANCHA PARA EL SECTOR COMERCIAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

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

ALEXIS SANTIAGO CARRERA PIÑEIROS
carrera_alexis@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO WILIAN HIDALGO LASCANO
phidalgo@ieee.org

Quito, Mayo 2015

DECLARACIÓN

Yo, Alexis Santiago Carrera Piñeiros, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alexis Santiago Carrera Piñeiros

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alexis Santiago Carrera Piñeiros, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Hidalgo Lascano
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Con el respeto que me merece, deseo expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Pablo Hidalgo Lascano por su incondicional apoyo y entrega de tiempo desinteresada, factores sin los cuales este trabajo no se hubiese concluído.

Adicionalmente a la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL por los conocimientos impartidos a través de los maestros que tuve a lo largo de la carrera, conocimientos tanto en lo académico como en lo personal.

A ustedes muchas gracias,

Alexis Carrera Piñeiros

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas que me apoyan incondicionalmente, que me impulsaron a culminar el trabajo y a quienes les estaré eternamente agradecido, A *MIS PADRES*.

También dedico este trabajo al amor de mi vida, mi hija *ANDREA*, fuente de orgullo y satisfacción.

Con amor y gratitud,

Alexis Carrera Piñeiros

CONTENIDO

Capítulo 1

REDES DE ÁREA METROPOLITANA	1
1.1. GENERALIDADES.....	1
1.1.1. DEFINICIÓN	1
1.1.2. APLICACIONES	5
1.2. ESTÁNDAR 802.6 ó DQDB	6
1.2.1. ARQUITECTURA DE DOBLE BUS	7
1.2.1.1. Funciones de Capa Física.....	10
1.2.1.2. Funciones de Capa DQDB.....	11
1.3. SONET (<i>Synchronous Optical Network</i>).....	15
1.4. SDH (<i>Synchronous Digital Hierarchy</i>).....	22
1.4.1. TRAMA DE TRANSMISIÓN SÍNCRONA STM.....	24
1.5. MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRÓNICO (ATM)	25
1.5.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	25
1.5.1.1. Capa Física.....	28
1.5.1.2. Capa ATM.....	29
a. <i>Tipos de celdas ATM</i>	30
1.5.1.3. Capa de Adaptación ATM	34
1.6. MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	41
1.6.1. FIBRA ÓPTICA.....	43

Capítulo 2

DISEÑO DE LA RED DE BANDA ANCHA	49
2.1. GENERALIDADES.....	49
2.2. COMPONENTES DE LA RED ATM	52
2.2.1. CONMUTADORES ATM.....	52
2.2.3. EQUIPOS TERMINALES	53
2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	54
2.3.1. ESTUDIO DE MERCADO	54
2.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS NODOS	62
2.3.3. CAPACIDAD DE LOS NODOS	66
2.3.4. TRÁFICO ENTRE NODOS	68
2.3.5. SELECCIÓN DEL CONMUTADOR	69
2.3.6. REQUISITOS PARA EL DISEÑO	70

2.3.7. DIMENSIONAMIENTO DEL CONMUTADOR	75
2.3.7.1. Módulos de alta velocidad	76
2.3.7.3. Conmutadores IBM Nways 8265 y 8260.....	78
2.3.7.5. Módulos A-CPSW y de control.....	80
2.3.7.6. Equipamiento adicional	81
2.3.7.7. Resumen de equipos y tarjetas.....	81
2.3.7.8. Fibra óptica para conexión de nodos	82

Capítulo 3

PLAN DE NEGOCIO	66
3.1. GENERALIDADES.....	66
3.2. RECURSOS E INVERSIONES	66
3.2.1. INSTALACIONES O INFRAESTRUCTURA FÍSICA	67
3.2.2. CONTRATACIÓN DE PERSONAL.....	70
3.2.3. MUEBLES Y EQUIPO DE OFICINA	71
3.2.4. EQUIPOS DE CONMUTACIÓN.....	72
3.2.5. FIBRA ÓPTICA.....	72
3.2.6. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS Y FIBRA ÓPTICA.....	74
3.2.7. INSCRIPCIONES, REGISTROS Y LICENCIAS	74
3.2.8. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO.....	76
3.2.9. PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN.....	76
3.2.10. CAPITAL DE TRABAJO	77
3.3. FACTIBILIDAD ECONÓMICA	78
3.3.1. GASTOS.....	78
3.3.2. VENTAS	79
3.4. PERÍODO DE RECUPERACIÓN	80

Capítulo 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
4.1. CONCLUSIONES	82
4.2. RECOMENDACIONES.....	84

BIBLIOGRAFÍA

ACRÓNIMOS

ANEXO A.- Estándares de Red (IEEE)

ANEXO B.- Recomendaciones G.703, G.707, G.708 y G.709

ANEXO C.- Equipos Terminales

ANEXO D.-Permisos Municipales

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio para el diseño de una RED DE ÁREA METROPOLITANA DE BANDA ANCHA, que pueda brindar servicio a la CIUDAD DE GUAYAQUIL. Se establece una red de banda ancha por la necesidad de recursos cada vez mayores, que son exigidos por los nuevos y más completos servicios o aplicaciones, que permiten integrar una variedad de tipos de tráfico.

En el primer capítulo se detallan conceptos teóricos involucrados en el desarrollo de la red, se estudian estándares de redes, tipos de servicios que se pueden transportar, métodos de transporte en ambientes digitales, arquitectura de red, estructura de tramas que permiten conocer los beneficios de la red que se desea implementar.

El segundo capítulo abarca el diseño de la red, se indican los criterios que se aplicaron para selección de equipamiento, sector al que se pretende dar cobertura, distribución geográfica de los nodos y detalles del equipamiento utilizado en cada uno de los nodos establecidos para conformar el *backbone* de la red.

En el tercer capítulo se detallan todos los valores que se consideran necesarios para la inversión, en el caso de ser implementado el diseño. Se indican las etapas que se recomiendan seguir para implementar la red en el lapso de tiempo que se estima sería operativa la infraestructura instalada; también se realiza el cálculo de la factibilidad del proyecto para determinar si es conveniente realizar la inversión y conocer en qué tiempo es posible recuperar dicho valor.

El último capítulo cubre las conclusiones resultantes del trabajo de investigación y diseño de la red en estudio, y también las recomendaciones que se pueden emitir en base a la información presentada en los demás capítulos.

PRESENTACIÓN

Este proyecto de titulación está orientado a profesionales y estudiantes del sector de las telecomunicaciones, puede servir como referencia de consideraciones y requerimientos que se deben satisfacer para la implementación de una red de área metropolitana con el fin de brindar servicios de interconexión, transporte y acceso a recursos disponibles a lo largo de la red.

Se intenta con el desarrollo del presente trabajo, establecer una red que permita la integración de cualquier tipo de servicio, sea éste voz, datos, vídeo, videoconferencia, audioconferencia, difusión de televisión. El diseño considera que sobre una única infraestructura desplegada a lo largo de toda la ciudad de Guayaquil se de acceso a cualquier usuario, y éste tenga a su disposición sin limitaciones de recursos, todos los servicios que se pueden implementar.

La red se ha considerado para ser utilizada por el sector comercial, pero una vez instalada puede dar cobertura y prestar sus servicios a todos los sectores de la sociedad, brindando a la ciudad de Guayaquil de una plataforma de comunicación global, que ponga a disposición de los usuarios todas las ventajas tecnológicas disponibles.

CAPÍTULO 1

REDES DE ÁREA METROPOLITANA

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. DEFINICIÓN

Una red de área metropolitana (MAN), es una red soporte de alta velocidad que se expande en un área metropolitana; proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, y es regulada por la legislación local o estatal.

Ya se habían establecido tanto los criterios y normas para desarrollar o implementar redes de área local (LAN), como también redes de área extendida (WAN), pero no existía una normativa o guía para realizar redes de tamaño intermedio; es así que el grupo de trabajo 802¹ del comité IEEE desarrolla el estándar 802.6², intentando con este estándar proveer un modelo de referencia entre la proliferación de un gran número de diferentes e incompatibles redes metropolitanas, así como también conjugar las ventajas de redes LAN y redes WAN.

Los criterios del IEEE para el desarrollo del estándar fueron:

- ✓ Funcionar bajo un rápido y robusto sistema de señalización.

¹ Grupo de trabajo. Ver Anexo A.

² Estándar IEEE 802.6: DQDB *Distributed queue dual bus* – Bus dual de cola distribuida

- ✓ Proporcionar niveles de seguridad que permitan el establecimiento de Redes Privadas Virtuales (VPN) dentro de las redes de área metropolitana.

- ✓ Asegurar alta fiabilidad, disponibilidad y facilidad de mantenimiento.

- ✓ Permitir gran eficiencia independientemente del tamaño que tenga la red.

El ámbito de los servicios y la cobertura geográfica de las redes metropolitanas es un campo cuya competencia pertenece a operadores públicos, aunque no por ello sea exclusivo de éstos; es decir, pueden existir tanto redes metropolitanas públicas como privadas. Para el caso de una red de área metropolitana privada existen limitaciones legales que podrían desestimar al comprador la instalación de la red, en estos casos se prefiere utilizar una red pública de área metropolitana. Esto se cumple tanto para comunicaciones ínter corporativas como para comunicaciones intra corporativas. Los motivos principales para esta situación son:

- ✓ Ventajas económicas en la compartición de la planta existente para conmutación y transmisión.

- ✓ Los impedimentos legales que tienen las compañías privadas para la explotación de servicios portadores.

- ✓ Mejores perspectivas de conseguir una ínter conectividad lo más universal posible mediante una filosofía de interconexión utilizando la red pública.

La red de área metropolitana según el estándar IEEE 802.6 es una alternativa para entornos públicos en los cuales es particularmente bien recibido el tráfico discontinuo (o también conocido como tráfico por ráfagas), que caracteriza a las LANs y en la que el costo efectivo para el cliente se reduce considerablemente debido a la existencia de una infraestructura para transmisión compartida por muchos usuarios. Además, la tarificación de una red de área metropolitana se basa en el pago por uso básico, así que el usuario paga sólo la capacidad que usa.

Las razones por las cuales se hace necesaria la instalación de una red de área metropolitana ya sea a nivel corporativo o el acceso a una red MAN pública se resumen en los siguientes puntos:

ANCHO DE BANDA

Se requiere gran ancho de banda por ordenadores de gran capacidad y por aplicaciones compartidas en red.

EXTENSIÓN DE RED

Es posible alcanzar un diámetro de red entorno a los 50 km, dependiendo del medio y la tecnología de transmisión utilizados.

DISTANCIA ENTRE NODOS

Permiten distancias entre nodos de acceso de varios kilómetros, dependiendo del medio de transmisión utilizado.

TRÁFICO EN TIEMPO REAL

Garantizan tiempos de acceso a la red mínimos, lo cual permite la inclusión de servicios síncronos necesarios para aplicaciones en tiempo real, donde es importante que ciertos mensajes atraviesen la red sin retraso incluso cuando la carga de la red es elevada.

INTEGRACIÓN DE VOZ, DATOS Y VÍDEO

Adicionalmente a los tiempos mínimos de acceso, los servicios síncronos requieren una reserva de ancho de banda. Por ello las redes MAN son óptimas para entornos de tráfico multimedia.

ALTA DISPONIBILIDAD

Referente al tiempo en el cual la red trabaja sin fallos. Tienen mecanismos de recuperación frente a fallos; cualquier falla en un nodo de acceso o trayectoria es detectada rápidamente y aislada automáticamente.

ALTA FIABILIDAD

Mínima tasa de error de la red mientras se encuentra operativa.

ALTA SEGURIDAD

Cuando se utiliza medios de transmisión como fibra óptica, se tiene seguridad ya que no es posible leer o cambiar la señal óptica sin interrumpir físicamente el

enlace. La rotura de un cable de fibra o la inserción de mecanismos ajenos a la red implica una caída del enlace en forma temporal, caída que se puede detectar.

INMUNIDAD AL RUIDO

En ambientes críticos donde la red sufre interferencias electromagnéticas considerables debido a saturación del espectro, la fibra óptica ofrece un medio de comunicación libre de ruidos, últimamente también se está utilizando equipo infrarrojo para evitar interferencias electromagnéticas con la desventaja que es sensible a las variaciones de las condiciones climáticas.

1.1.2. APLICACIONES

Las redes de datos tienen por objetivo brindar un gran rango de aplicaciones y en muchos ambientes. Aquí se presentan algunas aplicaciones y equipos que se usan en las redes de área metropolitana, sin con ello decir que se requieran de todos.

Las redes de área metropolitana tienen una gran cantidad de aplicaciones, las principales son:

- ✓ Interconexión de redes de área local.

- ✓ Interconexión de centrales telefónicas digitales (PABX)

- ✓ Interconexión ordenador a ordenador.

- ✓ Transferencia de archivos.

- ✓ Procesamiento de texto.
- ✓ Correo electrónico.
- ✓ Automatización de procesos y oficinas.
- ✓ Transmisión de vídeo e imágenes.
- ✓ Transmisión CAD/CAM.
- ✓ Puertas de enlace para redes de área extendida.

Una red de área metropolitana provee la integración de servicios digitales sobre un área geográfica comparativamente extensa. Una MAN comúnmente consiste de varias subredes interconectadas por distintos dispositivos como puentes (*bridges*), ruteadores (*routers*), puertas de enlace (*gateways*), equipos de monitoreo y control, dichas subredes en su gran mayoría son redes LAN.

1.2. ESTÁNDAR 802.6 ó DQDB

Para redes que cubren una ciudad completa, o una extensión geográfica extensa, IEEE definió una MAN llamada DQDB o estándar 802.6, que define la arquitectura de bus dual y el método de acceso al medio.

La subred DQDB puede ser usada como parte componente de una red MAN; es decir, que típicamente una red MAN puede consistir de varias subredes DQDB interconectadas entre sí.

La subred DQDB, es una red multiacceso distribuida que soporta comunicaciones integradas. En particular, la subred DQDB soporta transmisiones de alta velocidad para la entrega de datagramas, servicios de circuitos virtuales y servicios de datos isócronos (por ejemplo la voz).

1.2.1. ARQUITECTURA DE DOBLE BUS

La arquitectura de doble bus de una subred DQDB, como se indica en la ilustración 1.1, consiste de dos buses unidireccionales paralelos y una multiplicidad de nodos conectados a ambos buses. Los buses denotados como Bus A y Bus B, llevan información en direcciones opuestas, permitiendo comunicación full-dúplex entre cualquier par de nodos pertenecientes a la subred. Cada bus tiene una cabecera (*head-end*), que genera una cadena constante de celdas de 53 bytes, cada celda viaja a lo largo del bus y cuando llega al final del bus, sale del mismo.

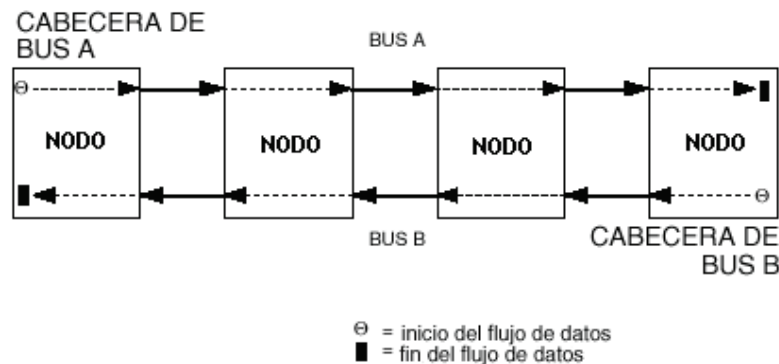


Ilustración 1.1. Arquitectura de doble bus.^[14]

La operación de los dos buses en la transferencia de datos son independientes; es decir, que están operativos todo el tiempo, así la capacidad de la subred es cercana al doble de la capacidad de cada bus individualmente. Los datos en cada bus están contenidos dentro de una celda o formato de octeto de información de longitud fija

(53 bytes), dicha celda es generada por la cabecera del bus que es un generador de *slot*¹, de manera que el bus nunca esté “callado”. Todo flujo de datos termina al final del bus.

Los nodos en la subred consisten de unidades de acceso que están adyacentes a los dos buses y que son lectores promiscuos. Ellos leen todos los *slots* que salen del bus pero no necesariamente alteran los datos. Los nodos pueden ser pasivos o activos, una interfaz pasiva consiste de dos derivaciones fusionadas al bus, la una derivación tiene un transmisor y la otra tiene un receptor. La derivación misma es pasiva por completo; y, por lo mismo es extremadamente confiable pues un transmisor o receptor descompuesto no romperá el bus, sólo dejará fuera de línea al nodo del cual forma parte. El otro interfaz es el activo o repetidor, la señal entrante se regenera a su intensidad completa si se debilitó, y se retransmite. Si falla un nodo activo o repetidor el bus se rompe y la red cae.

A diferencia de los otros protocolos 802, el 802.6 no es ávido. En todos los demás, si una estación tiene la oportunidad de enviar, lo hará. Aquí las estaciones se ponen en cola en el orden en el que van quedando listas para enviar y transmitir, en orden FIFO. La parte interesante del protocolo es la manera en la que logra el orden FIFO sin tener una cola central.

Cuando un nodo desea enviar datos primero debe reservar un *slot* en el bus en cuya dirección se encuentra el nodo receptor, para reservar el *slot* el nodo introduce una petición en el bus.

Como se detalla en la ilustración 1.2, cuando un nodo escribe datos en un *slot*, la unidad de acceso actúa de la siguiente manera, primero leyendo el *slot*, escribiendo a la locación contenida en el *slot* y luego pasando el *slot* de regreso al bus a través de una puerta lógica OR. La implicación de este método de escritura es que esto

¹ SLOT Unidad básica de transferencia de datos

hace posible convertir un bit 0 en un bit 1 pero nunca es posible convertir un bit 1 en un bit 0, por la manera en que trabaja la puerta lógica.

Como se aprecia en la ilustración 1.3, en la arquitectura funcional de los nodos se diferencia tanto la Capa DQDB como la Capa Física, y como es independiente la una de la otra, es posible operar con gran variedad de combinaciones entre velocidades y distancias, usando así diversos niveles físicos.

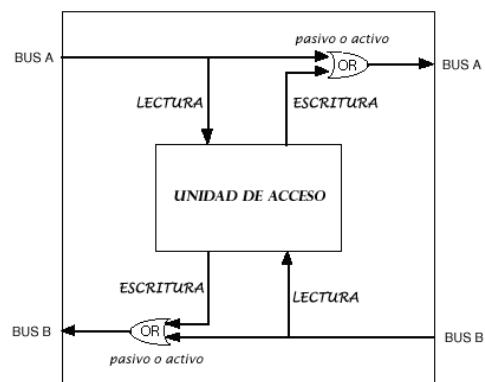


Ilustración 1.2. Unidad de acceso adjunta al bus.^[14]

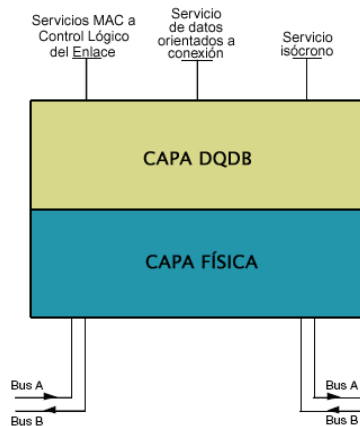


Ilustración 1.3. Arquitectura DQDB.^[14]

La Capa DQDB usa los servicios de la Capa Física para proveer otros servicios, uno de ellos es el servicio que la subcapa MAC (*Medium access control* - Control de acceso al medio) proporciona a la subcapa LLC (*Logical link control* - Control lógico del enlace). También se da un servicio isócrono general, y futuros servicios tales como datos orientados a conexión.

1.2.1.1. Funciones de Capa Física

La capa física genérica contiene tres entidades funcionales: el sistema de transmisión, función de convergencia de la capa física y funciones de la capa de administración.

La capa física provee sus servicios a la capa DQDB a través de dos SAPs (Puntos de acceso al servicio), cada uno de los cuales está asociado con un enlace de transmisión dúplex que conecta un nodo con el nodo adyacente.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Las funciones del sistema de transmisión proveen un interfaz estándar para acceder al enlace de transmisión entre dos nodos adyacentes. Sistemas de transmisión estándar para redes públicas están especificados en las recomendaciones de la UIT-T G.703, G.707, G.708 y G.709 SDH¹.

FUNCIÓN DE CONVERGENCIA DE LA CAPA FÍSICA

Utilizada para permitir que la capa DQDB opere independientemente del sistema de transmisión, sin embargo, para cada medio de transmisión se define un único PLCP

¹ Grupo de recomendaciones. Ver Anexo B.

(*Physical Layer Convergence Procedure*-Procedimiento de Convergencia de Capa Física). Si el sistema de transmisión provee el servicio definido de capa Física, entonces el PLCP será una función nula.

ENTIDAD DE ADMINISTRACIÓN DE CAPA FÍSICA (LME)

La LME (*Layer Management Entity*) desarrolla funciones de administración de la capa física local, como también provee el LMI (*Physical Layer Management Interface*-Interfaz de Administración de Capa Física) al NMP (*Network Management Process*-Proceso de Administración de Red) para la administración remota del subsistema de capa física.

1.2.1.2. Funciones de Capa DQDB

Existen cuatro tipos principales de funciones: las funciones comunes, funciones de control (*Queued Arbitrated and Pre-Arbitrated*), funciones de convergencia y funciones de capa de administración.

FUNCIONES COMUNES

El bloque de funciones comunes actúa como un conmutador de capa DQDB para la transferencia de *slots* y octetos de información de administración entre dos SAPs en la entidad de capa física local. También incluye funciones para operar algunos o todos los nodos de la subred. Estas funciones incluyen función de cabecera de bus, control de configuración y MID *Page Allocation*¹.

¹ MID *Page Allocation*. Asiste en el control de ubicación del ID de mensaje.

FUNCIONES DE CONTROL

Existen dos modos de acceder al bus: *Queued Arbitrated (QA)* y *Pre-Arbitrated (PA)*. Ellos usan *slots* QA y PA para acceder respectivamente. El acceso QA es controlado por el protocolo de colas distribuidas y es típicamente utilizado para proveer servicios no isócronos. Acceso PA es empleado típicamente para proveer servicios isócronos.

➤ *FUNCIONES QUEUED ARBITRATED (QA)*

La entidad funcional QA provee un servicio de transferencia de datos asíncrono de segmentos de 48 octetos. La longitud del *payload* de un *slot* QA se conoce como segmento QA; se provee de un control de acceso determinístico para aplicaciones que son pesadas por naturaleza. La entidad funcional acepta el segmento desde la función de convergencia, y añade la cabecera apropiada incluyendo el VCI (*Virtual Channel Identifier*-Identificador de canal virtual) al segmento de carga útil para crear así el segmento QA. El segmento QA pasa a la cola para el acceso al bus dual usando la función de colas distribuidas. El segmento QA recibido se despoja de la cabecera y la carga útil es pasada a la función de convergencia correcta basada en el valor de VCI de la cabecera.

➤ *FUNCIONES PRE-ARBITRATED (PA)*

La entidad funcional PA provee control de acceso para transferencias orientadas a conexión sobre un canal de ancho de banda garantizado. El trabajo de la funcionalidad PA requiere el establecimiento previo de la conexión. Difiere del acceso QA, ya que el *slot* PA es designado por el nodo en la cabecera del bus y más de una AU (unidad administrativa) puede compartir el acceso al *slot*. La AU es notificada de la posición relativa del segmento PA por medio de los procedimientos de administración de la capa DQDB.

FUNCIONES DE CONVERGENCIA

Es entendido que la capa DQDB puede proveer de un rango de servicios entre los que están transferencia de datos no orientados a conexión, transferencia de datos isócronos y transferencia de datos orientados a conexión.

- ✓ Función de convergencia MAC (MCF, *MAC Convergence Function*).- La MCF es la responsable de adecuar el segmento de carga útil provisto por la entidad funcional QA al servicio MAC requerido por el servicio de la subcapa LLC. La función de convergencia es realizada primordialmente por la implementación de un protocolo de segmentación y reensamblaje. El proceso MCF encapsula la unidad de datos del protocolo LLC (*MAC Service Data Unit*), en la unidad de datos del protocolo MAC inicial (*IMPDU, Initial MAC Protocol Data Unit*). El IMPDU es segmentado en unidades de 44 bytes, en que cada segmento tiene un tipo de segmento, número de secuencia, un *payload length* para determinar la longitud del segmento y *payload CRC appended* para verificar si la trama ha llegado o no con errores para ser descartada, con todo se forma la Unidad de Datos del Protocolo MAC Derivado (*DMPDU, Derived MAC Protocol Data Unit*)

- ✓ Función de convergencia Isócrona (ICF, *Isochronous Convergence Function*).- Existe una ICF para cada servicio de usuario isócrono (*ISU, Isochronous Service User*). Ésta es responsable por la interconexión de redes de área local

- ✓ Interconexión de centrales telefónicas digitales

FUNCIONES DE CAPA DE ADMINISTRACIÓN

Son funciones relacionadas con actividades que controlan o monitorean el uso de los recursos dentro de la capa DQDB. La administración de la subcapa DQDB en un nodo involucra tres procesos complementarios:

- ✓ Administración local dentro del mismo nodo.- El flujo de datos de los agentes administrativos locales para administrar los procesos ocurre totalmente en el ambiente del nodo local.

- ✓ Administración remota a través de la capa de administración DQDB.- La cual provee mecanismos para monitorear, controlar y coordinar el manejo de los objetos utilizados que acompañan las actividades de comunicación en la capa DQDB.

- ✓ Administración remota a través de los servicios de administración de red y protocolos. La administración de la red provee mecanismos para monitorear, controlar y coordinar todo el manejo de los objetos en la capa física y enlace de datos. La red y/o los procesos de administración del sistema en un nodo se comunican con sus similares en otros nodos utilizando protocolos de administración apropiados.

La subred deberá ser dimensionada por el proveedor de la red de tal manera que asegure que los períodos de demanda pico no causen un retraso excesivo en los servicios que están siendo soportados.

1.3. SONET (*Synchronous Optical Network*)

Las telecomunicaciones en su faceta de transmisión no sólo disponen de líneas (cables de cobre, cables de fibra óptica) como medios de transmisión, sino también de radio enlaces, radio enlaces móviles y radio enlaces vía satélite. Estos medios de transmisión se han utilizado rentablemente desde que en el año 1920 se aplicó el principio básico de la multiutilización –el multiplexado- según el cual se reúnen varias señales de frecuencia más baja (velocidad baja), en una señal de frecuencia más elevada (velocidad elevada).

La utilización múltiple de un medio de transmisión es solamente posible con las siguientes condiciones:

- ✓ Que las señales de transmisión no se influyan mutuamente.

- ✓ Que las señales agrupadas en el lado emisor puedan recuperarse (separarse) nuevamente en el lado de recepción.

Los sistemas de multiplexación por medio de las nuevas tecnologías hacen posible el transporte de señales discretas en el tiempo con enormes cantidades de “información” llegando al margen de los Gbps. El formato de multiplexación de SONET permite tener capacidades en el rango de 100 a 500 Mbps. SONET también incorpora algunas innovaciones tales como “*slipless operation*” y la habilidad de acomodar *broadcast* digital con calidad de TV. SONET es un transportador de señales de jerarquía digital (DS1, DS1C, DS2, DS3).

Las ventajas de SONET incluyen las siguientes:

- ✓ Se reduce el equipo requerido y se incrementa el desempeño de la red

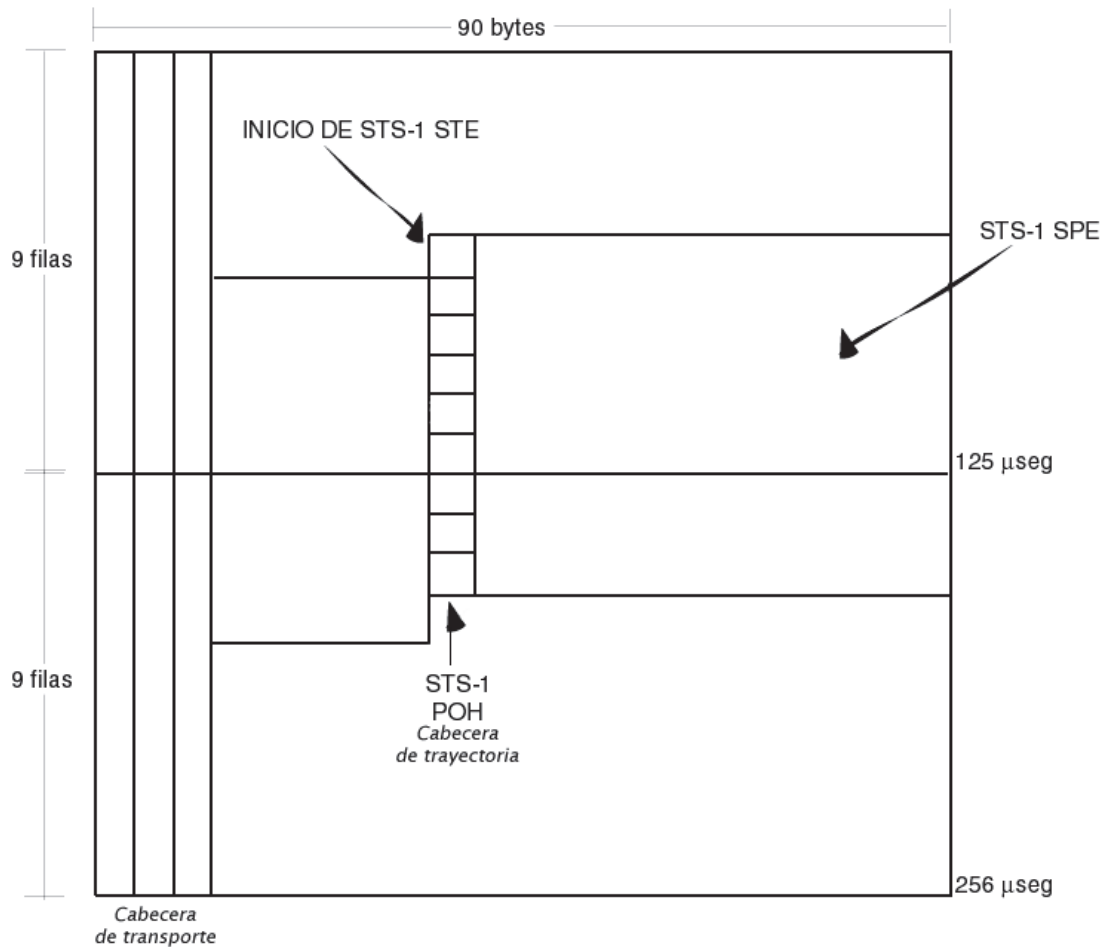
- ✓ Se asignan bytes de cabecera (*overhead*) que permiten la administración de los bytes de carga útil (*payload*)

- ✓ Define una arquitectura capaz de acomodar aplicaciones con diferentes velocidades de transmisión

SONET tiene una jerarquía digital que soporta varias velocidades digitales para el transporte de información de usuario. La jerarquía SONET está basada en una señal básica de 51.840 Mbps denominada STS-1 (*Synchronous Transport Signal 1*- Señal Sincrónica de Transporte 1); y, en un esquema de multiplexación sincrónico byte a byte, de corrientes de datos llamados tributarios, que dan como resultado una familia de velocidades digitales definidas como N veces 51.840 Mbps. La señal básica tiene una porción de su capacidad destinada a una cabecera.

La trama básica de SONET representada en la ilustración 1.4, es un bloque de 810 bytes que se emite cada 125 μ seg. Puesto que SONET es sincrónico, las tramas se emiten haya o no datos útiles que enviar. Las tramas de 810 bytes de SONET se pueden describir como un rectángulo de bytes, de 90 columnas de ancho por 9 filas de altura. De este modo $8 \times 810 = 6480$ bits se transmiten 8000 veces por segundo, dando la velocidad de datos aproximada STS-1 (51.840 Mbps).

Las primeras tres columnas de cada trama se reservan para información de administración del sistema, conocidas como cabecera de transporte. De la cabecera de transporte, las primeras tres filas contienen la información extra de la sección o cabecera de sección, las siguientes seis contienen la información extra de la línea o cabecera de línea. La primera se genera y verifica al comienzo y al final de cada sección, mientras que la segunda se genera y verifica al comienzo y al final de cada línea.

Ilustración 1.4. Trama STS-1.^[31]

El detalle byte a byte de las cabeceras se muestra en la ilustración 1.5. La cabecera de sección usa los primeros 9 bytes de la cabecera de transporte y soporta funciones como *orderwire* local y canales de comunicación de datos para llevar información de operación, administración y mantenimiento (OAM). La cabecera de línea usa los 18 bytes restantes para funciones como localización de los datos de usuario llamados SPE (*Synchronous Payload Envelope*-Envoltura de Carga Útil Sincrónica) dentro de la trama STS-1, multiplexación de señales y mantenimiento de línea.

Las 87 columnas restantes contienen $87 \times 9 \times 8 \times 8000 = 50.112$ Mbps de datos de usuario. Sin embargo, los datos de usuario, no siempre empiezan en la fila 1, columna 4.

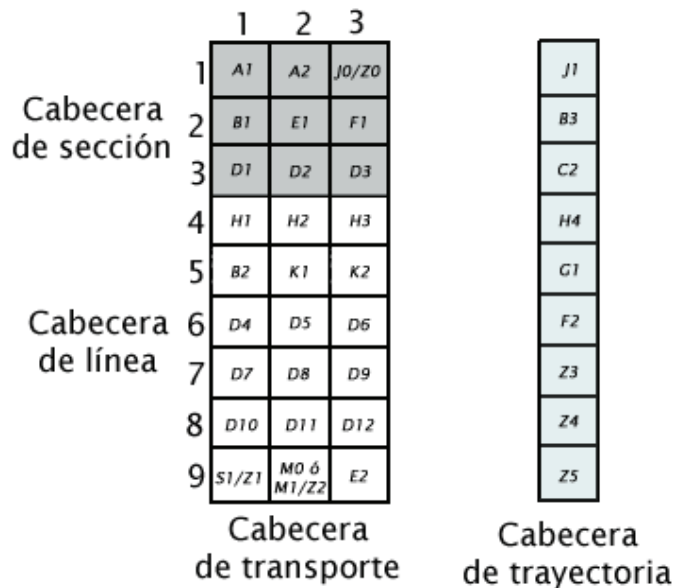


Ilustración 1.5. Estructura de cabeceras.^[31]

La SPE puede empezar en cualquier parte dentro de la trama. La primera fila de la información extra de línea contiene un puntero al primer byte de la SPE. La primera columna de la SPE es la información extra de la trayectoria o cabecera de trayectoria. La facultad de que la SPE empiece en cualquier lugar de la trama SONET o incluso abarque dos tramas, es útil cuando la carga útil no se ajusta de manera exacta a una trama, como en el caso de una secuencia de celdas ATM de 53 bytes. En tal caso, la primera fila de la información extra de línea puede apuntar al inicio de la primera celda llena y así establecer la sincronización.

En las tablas 1.1, 1.2 y 1.3, se presentan las descripciones de cada uno de los bytes presentes en las tres cabeceras anteriormente mencionadas.

La portadora óptica que corresponde a cada STS-n se llama OC-n, pero bit a bit es exactamente igual. La tasa bruta de transmisión de datos incluye toda la información extra. La tasa de transmisión de SPE excluye la información extra de línea y de sección. La tasa de transmisión de datos de usuario excluye toda información extra y cuenta solamente las 86 columnas disponibles para la carga útil que quedan luego de eliminar las 3 primeras columnas usadas por la cabecera de transporte y la columna usada por la cabecera de trayectoria.

CABECERA DE SECCIÓN

A1 A2	Framing bytes. Estos 2 bytes indican el inicio de una trama STS-1.
J0/Z0	STS ID. Es un número asignado a cada señal STS-1 dentro de una trama STS-N de acuerdo al orden en que aparecen. En la primera STS-1 se denomina <i>section trace</i> (J0), del segundo en adelante se denomina <i>section growth</i> (Z0).
B1	Section bit-interleaved parity code BIP-8. Es un código de paridad usado para chequear errores de transmisión sobre una sección.
E1	Section orderwire byte. Es un byte usado como <i>orderwire</i> local, como canal de comunicación de voz.
F1	Section user channel byte. Configurado para propósitos de usuario. Pasa de un nivel de sección a otro.
D1 D2 y D3	Section data communications channel DCC byte. Bytes usados para mensajes de alarma, operación, administración y mantenimiento a nivel de sección.

Tabla 1.1. Descripción de bytes de cabecera de sección.^[31]

CABECERA DE LÍNEA

H1 H2	STS payload pointer. 2 bytes usados para indicar el offset entre el primer byte de la SPE y el puntero.
H3	Pointer action byte. Usado para propósitos de justificación de frecuencia.
B2	Line bit-interleaved parity code BIP-8. Es un código de paridad usado para chequear errores de transmisión sobre una línea.
K1 K2	Automatic protection switching (APS channel). Bytes para señalización de protección entre terminaciones de línea.
D4 A D12	Line data communications channel DCC byte. Bytes usados para mensajes de alarma, operación, administración y mantenimiento a nivel de línea.
S1	Synchronization status. Los bits 5 al 8 de este byte se usan para transportar el estado de sincronización de los elementos de la red.
Z1 Z2	growth. Usados para funciones no definidas aún.
M0	STS-1 REI-L. Usado solamente en STS-1 para indicaciones de error remoto de línea, conocido como FEBE, transporta un conteo de error detectado por un equipo terminal de línea.
M1	STS-N REI-L. Ubicado desde el tercer STS-N en orden de aparición y usado para indicaciones de error remoto de línea.
E2	Orderwire. Es un byte usado como canal de comunicación de voz entre entidades de línea.

Tabla 1.2. Descripción de bytes de cabecera de línea.^[31]

CABECERA DE TRAYECTORIA

J1	STS path trace. Usado por el terminal de recepción para verificar la conexión de trayectoria.
B3	STS path bit-interleaved parity code BIP-8. Es un código de paridad usado para chequear errores de transmisión sobre una trayectoria.
C2	STS path signal label. Usado para indicar el contenido de la STS SPE.
G1	Path status. Usado para transportar el desempeño y estado de la terminación de trayectoria desde el destino al origen.
F2	Path user channel. Usado para comunicación de usuario entre elementos de trayectoria.
H4	VT multiframe indicator. Provee un indicador generalizado de multitrama para la carga útil.
Z3 Z4 & Z5	growth. Reservados para futuras aplicaciones.

Tabla 1.3. Descripción de bytes de cabecera de sección.^[31]

La capa física de SONET se divide hasta en cuatro subcapas, como se muestra en la ilustración 1.6. La subcapa más baja es la subcapa fotónica, que tiene que ver con la especificación de las propiedades físicas de la luz y de la fibra que se usarán. Las tres subcapas restantes corresponden a las secciones, líneas y trayectorias.

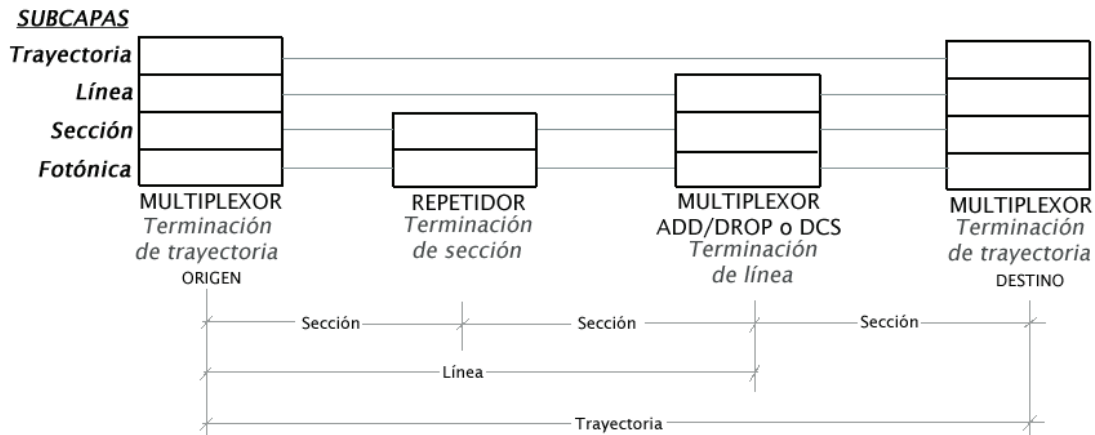


Ilustración 1.6. Arquitectura SONET.^[31]

La subcapa de sección maneja una sola conexión de fibra punto a punto, entre elementos de red que están adyacentes, generando una trama estándar en un extremo y procesándola en el otro y que permiten funciones de operación, administración y mantenimiento de la red. Las secciones pueden comenzar y terminar en repetidoras que sólo amplifican y regeneran los bits, pero no los cambian o procesan en forma alguna. La subcapa de línea se encarga de la multiplexación de varias tributarias de jerarquía superior (STS-N), en una sola línea y de demultiplexarlas en el otro extremo. Para la subcapa de línea, las repetidoras son transparentes. La subcapa de trayectoria se encarga de conexiones entre la fuente y el destino (conexiones extremo-extremo) cuando se multiplexan señales de bajo nivel (VT, *Virtual Tributary*) ó señales de transporte síncrono básicas (STS-1).

1.4. SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)

SDH se asemeja a SONET en muchos aspectos. SDH está basado en la robustez de SONET. La señal básica de SDH es 155.520 Mbps que equivale a la señal OC-3 de SONET, y las señales digitales síncronas de mayor nivel se obtienen como múltiplos de la velocidad de primer nivel, tal como se indica en la tabla 1.4.

SONET		SDH	Tasa de datos (Mbps)		
Eléctrico	Óptico	Óptico	Bruta	SPE	De usuario
STS-1	OC-1		51.840	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.520	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.560	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.080	501.344	594.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.120	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1.244.160	1.202.588	1.188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1.856.240	1.804.032	1.783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2.488.320	2.405.376	2.377.728

Tabla 1.4. Velocidades SONET y SDH.^[17]

SDH satisface las demandas de más capacidad de transmisión que requieren los nuevos servicios, adicionalmente es un estándar mundial que ofrece un método de multiplexación síncrono e involucra un concepto importante: el de la red estratificada en capas.

En la ilustración 1.7 se muestra cómo dentro de la trama STM-1 se transmite la información útil de los estándares norteamericano y europeo, empaquetada en contenedores, a dichos contenedores (*Container*) se les agrega información adicional (*Path Overhead*) y se entrelazan octeto a octeto gracias a la asistencia de la técnica del puntero de datos (*Pointer*). Para los niveles jerárquicos más altos se multiplexan, octeto a octeto, tramas STM-1. A cada *container* como se dijo anteriormente se le añade un *path overhead* (POH) con lo cual se convierte en el *container* virtual (VC, *Virtual Container*). Éste no tiene por principio ninguna posición de fase fija en relación con el *container* o la trama inmediata superior pudiendo desplazarse dentro de ellos. Un puntero de datos que está fijado en fase al *container* del nivel más elevado contiene la posición de comienzo del VC en la trama de transmisión. Los punteros no sirven solamente para la igualación de fase entre el *container* virtual y la trama superior, sino que además ofrecen la posibilidad de compensar las oscilaciones que se presenten en la velocidad binaria mediante un relleno (justificación) octeto a octeto.

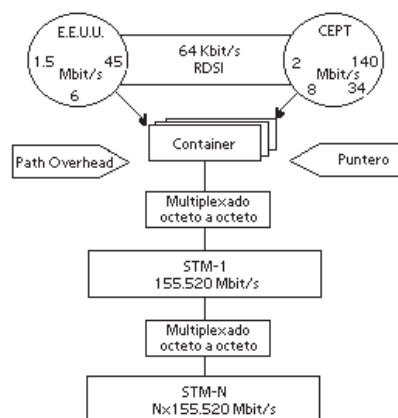


Ilustración 1.7. Multiplexación SDH.^[20]

En la ilustración 1.8 se presenta las posibles estructuras de multiplexación de las señales plesiócronicas en el STM-1, para cada tipo de señal plesiócrona se tiene el correspondiente *container*. Si el *container* (C), se adapta directamente al STM-1 con ayuda del puntero de datos se tendrá una unidad administrativa (AU, *Administrative Unit*), si por el contrario el VC se adapta directamente a un *container* entonces se tendrá una unidad tributaria (TU, *Tributary Unit*). Determinadas unidades tributarias se agrupan en una unidad tributaria de grupo (TUG, *Tributary Unit Group*) antes de incluirse en el *container* virtual. Las unidades administrativas se agrupan en una unidad administrativa de grupo (AUG, *Administrative Unit Group*).

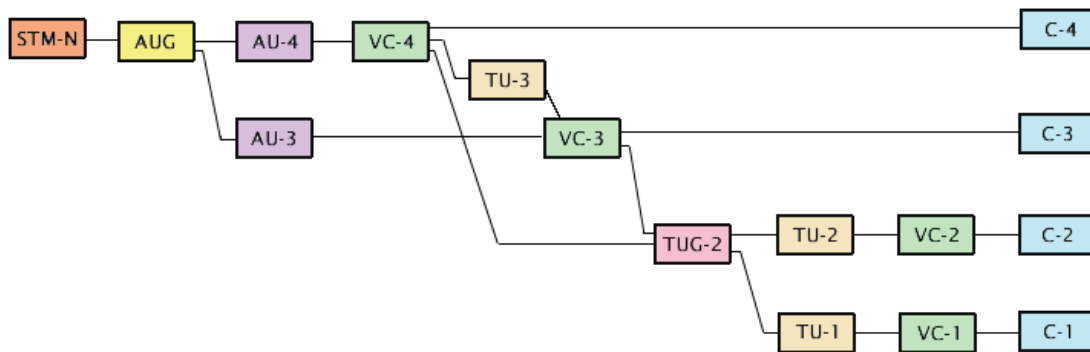
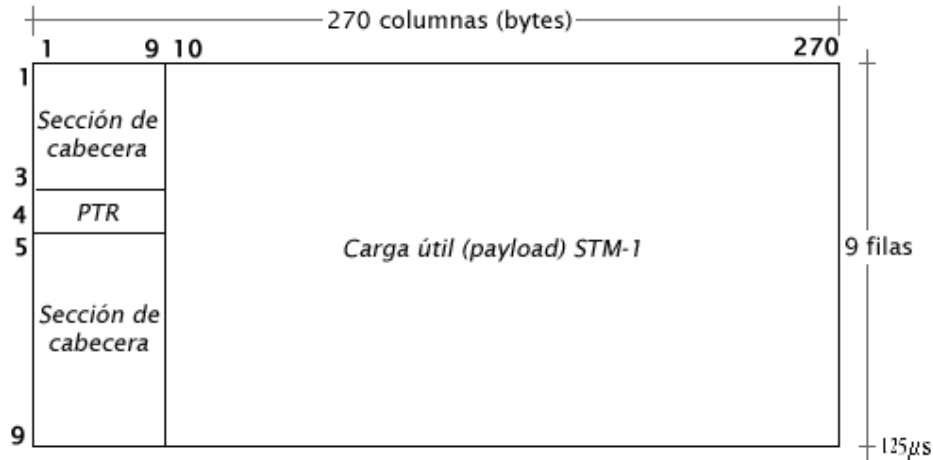


Ilustración 1.8. Esquema de multiplexación SDH.^[20]

1.4.1. TRAMA DE TRANSMISIÓN SÍNCRONA STM

La trama STM-1 se compone de 9x270 bytes. Los primeros 9 bytes de las líneas 1 a 3 y 5 a 9 son informaciones adicionales como alineación de trama, funciones de supervisión, de conservación y de control, conocida como sección de cabecera (SOH, *Section Overhead*) y que garantizan una transmisión fiable de la información. Los restantes 9x261 bytes contienen la información de carga útil (*payload*), que se encuentra sobre el puntero (PTR, *pointer*) en una relación de fase fija respecto a la trama. La estructura de la trama se muestra en la ilustración 1.9.

Ilustración 1.9. Estructura de trama STM-1.^[20]

1.5. MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRÓNICO (ATM)

1.5.1. CONCEPTOS BÁSICOS

ATM es la nueva generación de tecnología para transporte digital de banda ancha que marca la evolución de las redes basadas en TDM. Luego es evidente que los portadores de telecomunicaciones fueron los primeros desarrolladores de ATM; la meta de su proyecto fue definir y estandarizar una transmisión sobre cualquier tipo de canal sincrónico que permitiera unificar los servicios de multimedios y transportarlos de una manera rápida, barata, eficiente y de gran calidad.

La función principal de una red digital de banda ancha es ofrecer servicios de transporte para diferentes tipos de tráfico a diferentes velocidades usando, como soporte, un limitado número de enlaces de comunicaciones de elevado ancho de banda.

ATM lleva ese nombre debido a que no es síncrono; es decir, no está sujeto a un reloj maestro. ATM es una tecnología que proporciona una alta velocidad de transmisión de datos y soporta muchos tipos de tráfico, inclusive voz, datos, facsímil, vídeo en tiempo real, sonido con calidad de CD e inclusive tráfico de imágenes. ATM puede manejar aplicaciones en tiempo real, debido a su gran ancho de banda, su capacidad para dedicar un ancho de banda a una aplicación y sus paquetes de tamaño fijo (llamadas celdas). Todas las celdas tienen un tamaño fijo.

Originalmente se definió ATM como la tecnología subyacente que hace posible la implementación de B-ISDN, ésta es una extensión de ISDN de banda estrecha, la cual definió redes públicas de telecomunicaciones digitales. Cuando se propuso ATM, virtualmente toda la discusión estaba centrada en la transmisión de vídeo sobre demanda en cada hogar y el reemplazo del sistema de telefonía, desde entonces se ha visto que muchas empresas han agotado el ancho de banda en las LANs de sus organizaciones viéndose forzados a recurrir a alguna clase de sistema de conmutación que tenga más ancho de banda que una sola LAN.

Idealmente todos los equipos localizados en cualquier red de cualquier sitio deberían estar capacitados para poder comunicarse con otro equipo ubicado en un sitio remoto, pero éste no siempre fue el caso ya que los diferentes vendedores tienen distintas maneras de desarrollar sus equipos y no es tan factible el hecho de migrar productos de cierto fabricante a productos de otro fabricante ya que entre ellos no existe, en muchos casos, compatibilidad. El cambiar todo el equipo en cambio resulta muy costoso e impráctico, por ello se buscaba una tecnología que fuese compartida y aceptada por todos los fabricantes y que permitiera dicha clase de comunicación y migración; es así, que surge el modelo de referencia ATM.

Son muchas las razones por las que se escogió la conmutación de celdas, entre ellas se destacan las siguientes:

- ✓ La conmutación de celdas es altamente flexible y puede manejar con facilidad tanto tráfico de velocidad constante (audio, vídeo) como de velocidad variable (datos).
- ✓ A las velocidades tan altas que se contemplan, la conmutación digital de celdas es más fácil que el empleo de las técnicas tradicionales de multiplexación.
- ✓ Para la distribución de televisión es esencial la difusión; esto lo puede proporcionar la conmutación de celdas, pero no la de circuitos.

ATM se define como un modelo de referencia y también como una arquitectura de red, cuyo modelo se presenta en la ilustración 1.10.

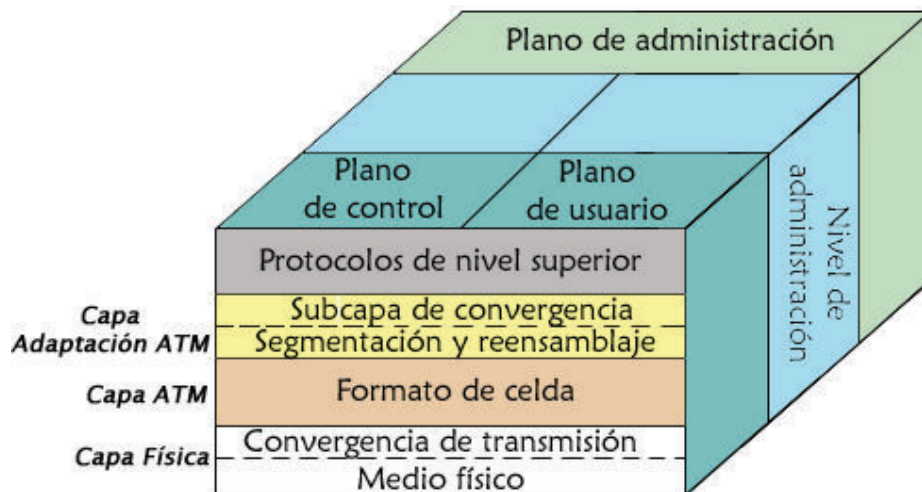


Ilustración 1.10. Modelo de referencia ATM.^[26]

1.5.1.1. Capa Física

La capa física tiene que ver con el medio físico, es decir con niveles de voltajes, interfaces físicos, temporización de bits, esquemas de codificación, etc. ATM no define un conjunto de reglas en particular, pero en cambio fue diseñado para trabajar con cualquier especificación de medio físico existente.

Dentro de la capa física adicionalmente existen dos subcapas la de convergencia de transmisión (TC, *Transmission Convergence*) y la de medio físico (PMD, *Physical Medium Dependent*), cada una de las cuales cumple una labor específica.

La subcapa de convergencia de transmisión se encarga de lo siguiente:

- ✓ Delineación de celdas, mantiene celdas limitadoras ATM.

- ✓ Control de secuencia, generación y verificación de errores de la cabecera. Genera y chequea errores de la cabecera, el código de control garantiza los datos válidos.

- ✓ Inserta o suprime celdas ATM vacías, para adaptar velocidades válidas de celdas ATM para la capacidad de carga útil del sistema de transmisión.

- ✓ Adaptación de trama de transmisión, empaqueta celdas ATM en tramas aceptadas para la particular capa física implementada.

- ✓ Generación y recuperación de trama de transmisión, genera y mantiene la estructura apropiada para la capa física.

La subcapa dependiente del medio físico se encarga de lo relacionado con niveles de voltaje, velocidad de transmisión, tipo de interfaz físico, extracción de reloj.

1.5.1.2. Capa ATM

La capa ATM se refiere al tratamiento de las celdas y su transporte: define la organización de las celdas y lo que significan los campos del encabezado, además es aquí donde se establecen los circuitos y caminos virtuales además del control de la congestión.

ATM transmite la información en celdas de longitud fija (53 bytes), de los cuales 5 bytes son de cabecera y 48 bytes de datos.

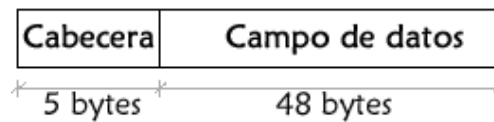


Ilustración 1.11. Celda ATM.^[5]

La cabecera contiene información de direccionamiento, prioridad de información y control de error de la cabecera. Las celdas ATM están divididas en una serie de tipos, los cuales identifican el tratamiento que las celdas recibirán en los equipos ATM por los que pasen.

a. Tipos de celdas ATM

ATM categoriza 4 tipos de celdas, los equipos que componen la red, responden de manera diferente a cada tipo de celda, tienen distintos propósitos asignados a cada una de ellas: celdas de asignación (*ASSIGNED CELLS*), celdas de identificación (*IDLE CELLS*), celdas de validación y no validación (*VALID AND INVALID CELLS*).

ASSIGNED CELLS

En la capa ATM proveen el servicio a la capa de control de acceso al medio en el modelo OSI, transportando el paquete de datos de la capa superior que lleva el tráfico actual.

IDLE CELLS

Son insertadas o extraídas por la capa física con el propósito de adaptar el tamaño del campo de datos. Provee sincronización al receptor y reserva ancho de banda para otros canales. Estas celdas no contienen datos.

VALID CELLS

Son celdas que no contienen errores en la cabecera, que han atravesado satisfactoriamente la transmisión o que han sido corregidas antes de ir a la capa física.

INVALID CELLS

Son celdas con errores en la cabecera que no pueden ser corregidos. Estas celdas son descartadas por operaciones en la capa física.

El formato de estas celdas depende del equipo que las está generando, así cualquier celda cae en uno de los 2 formatos siguientes:

- ✓ *USER-NETWORK INTERFACE (UNI)*

Define el Interfaz útil existente entre los equipos terminales y los conmutadores ATM.

- ✓ *NETWORK-NETWORK INTERFACE (NNI)*

Define el Interfaz para la conmutación entre conmutadores ATM.

El interfaz *USER-NETWORK* define cómo el usuario se comunica con la red ATM, y cómo el campo de datos es fragmentado por los varios modelos de capas. (ATM, AAL1, AAL^{3/4}, AAL5). Su formato de cabecera se presenta en la ilustración 1.12.

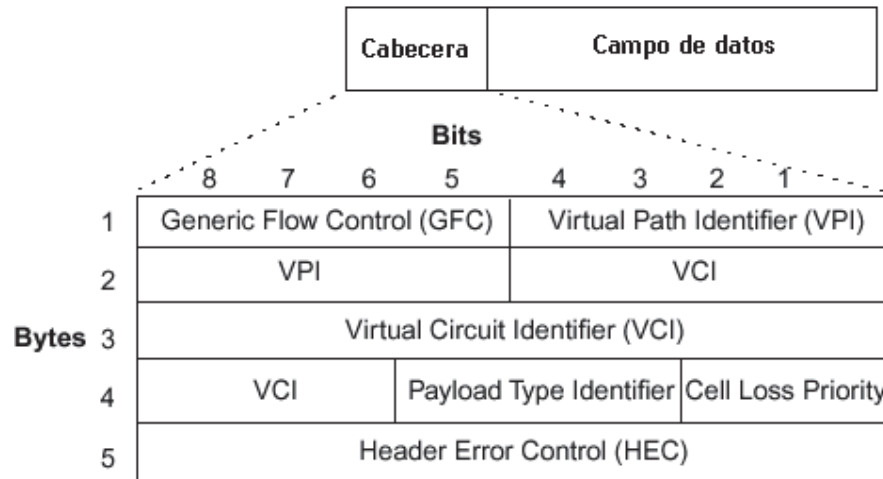


Ilustración 1.12. Formato cabecera de celda UNI.^[5]

El interfaz *NETWORK-NETWORK* define la comunicación entre los conmutadores; aquí existen tanto los interfaces NNI privados que están definidos y los interfaces NNI públicos que aún no están definidos. Su formato de cabecera se presenta en la ilustración 1.13.

A continuación se describen cada uno de los campos que conforman las cabeceras mencionadas.

VIRTUAL PATH IDENTIFIER (VPI)

Identifica el siguiente camino de la celda por su paso por una serie de conmutadores ATM. Es importante recordar que los VPI tienen significado local solamente. En el caso de una celda UNI tiene una longitud de 8 bits y en el caso de una celda NNI su longitud es de 12 bits.

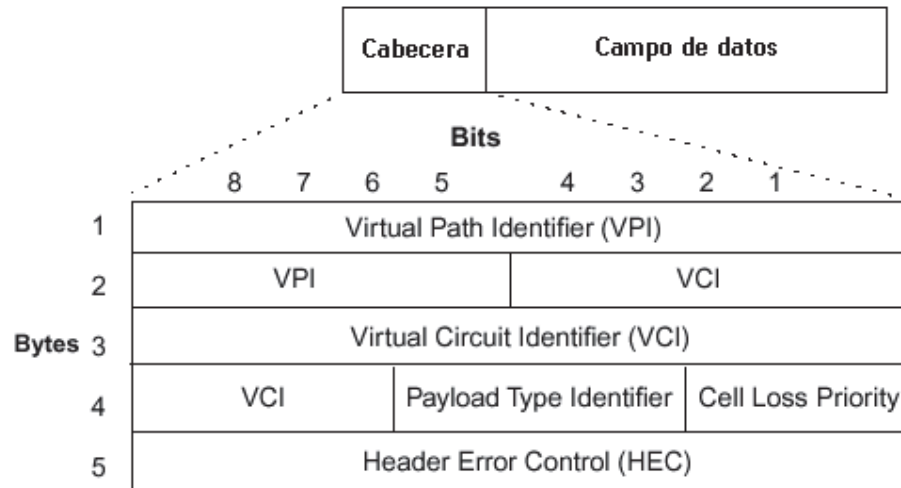


Ilustración 1.13. Formato cabecera de celda NNI.^[4]

VIRTUAL CIRCUIT IDENTIFIER (VCI)

Es usado conjuntamente con el VPI para proveer el enrutamiento físico de la celda. El campo es de 16 bits e identifica un canal virtual que ha sido establecido por las estaciones ATM fuente y destino y cualquier conmutador intermedio.

GENERIC FLOW CONTROL (GFC)

Puede ser usado para proveer funciones locales tales como identificación de múltiples usuarios que comparten un único interfaz ATM UNI, o dirigir el flujo de tráfico para diferentes grados de servicio asegurando que los usuarios tengan acceso a las facilidades de transmisión. Esta función es utilizada solamente en las celdas de asignación o de identificación. No es utilizado en celdas NNI.

PAYLOAD TYPE IDENTIFIER (PTI)

Su longitud es de 3 bits, diferencia si una celda lleva datos de usuario o información de control, congestión o administración.

CELL LOSS PRIORITY (CLP)

Su longitud es 1 bit, y determina cuál celda puede ser descartada. Cuando este bit es 1 la celda es factible de ser descartada antes que una con bit 0 en caso de que exista congestión en la red.

HEADER ERROR CONTROL (HEC)

Con una longitud de 8 bits se usa para detectar y corregir errores pero solamente en la cabecera. Máximo se puede corregir un solo error, pero se pueden detectar múltiples errores. El propósito de este campo es evitar que la celda viaje a otro destino provocando que así ese destino la reensamble con sus otros datos y provoque una trama errónea (con una celda demás).

1.5.1.3. Capa de Adaptación ATM

La capa de adaptación ATM permite enviar paquetes de mayor tamaño ya que la mayoría de aplicaciones no trabajan directamente con celdas.

La capa de adaptación ATM (AAL), traduce y provee un camino entre la capa ATM y las capas superiores. Como ya se ha dicho antes, el campo de datos de la celda es de 48 bytes; así, la AAL segmenta un paquete de 1000 bytes en 21 fragmentos y coloca cada fragmento en una celda para su transporte.

El propósito de la AAL es que las funciones tales como segmentación y reensamblaje sucedan en los sistemas finales de los VCC¹, como una estación de trabajo nativa ATM y no en los conmutadores ATM.

La AAL contiene dos subcapas; la de convergencia (CS, *convergence sublayer*), y la de segmentación y reensamblaje (SAR, *segmentation and reassembly*).

La subcapa de convergencia prepara los datos provenientes de capas superiores para convertirlos en celdas.

La subcapa de segmentación y reensamblaje por su lado segmenta los datos recibidos de la subcapa CS en celdas de 46, 47 ó 48 bytes dependiendo, la clase de servicio o datos, de las capas superiores de los que provienen.

La AAL también provee servicios adicionales tales como información para recuperar el reloj, corrección de error, retransmisión y soporte para ATM especializado.

La capa de adaptación ATM se clasifica en varios tipos, basándose en los requerimientos de servicio que la información de capas superiores o inferiores necesite.

La tabla 1.5 presenta las clases de servicio soportadas por la AAL.

¹ VCC *Virtual Channel Connection*

CARACTERÍSTICAS	AAL1	AAL ^{3/4}	AAL4	AAL5
Requerimiento de tiempo entre fuente y destino	REQUERIDO	NO REQUERIDO	NO REQUERIDO	NO REQUERIDO
Velocidad de datos	CONSTANTE	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE
Modo de conexión	ORIENTADO A CONEXIÓN	ORIENTADO A CONEXIÓN	SIN CONEXIÓN	ORIENTADO A CONEXIÓN
Tipos de tráfico	VOZ, VÍDEO Y EMULACIÓN DE CANAL	DATOS	DATOS	DATOS
Clase	CLASE A (voz) CLASE B (vídeo)		CLASE C Y D (datos)	

Tabla 1.5. Clases de servicios soportados.^[23]

La velocidad constante es para servicios que requieren reloj o temporización sincrónica garantizada entre los puntos extremos fuente y destino, usualmente es para transmisiones de voz y vídeo. La velocidad variable es ideal para datos, por su naturaleza pesada y sensible a retrasos.

Antes de que las celdas sean transportadas sobre una red ATM, ellas deben ser preparadas por la AAL apropiada según la aplicación, tipo, clase y requerimientos de sistema de los datos a ser transferidos por las capas superiores del modelo ATM.

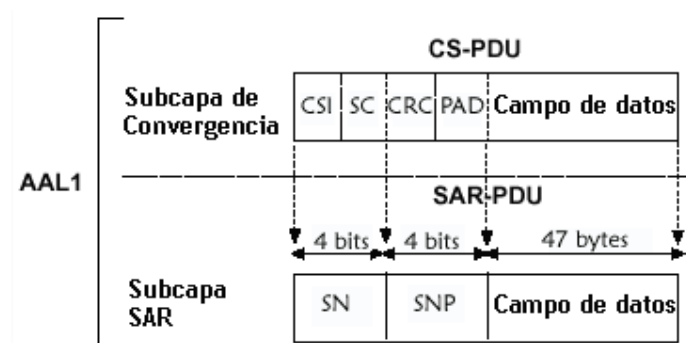
AAL1 (ATM Adaptation Layer 1)

Soporta servicios orientados a conexión para tráfico que es constante e isócrono tales como telefonía y vídeo no comprimido, los cuales requieren sincronización de reloj y servicios de velocidad de bit constante.

La subcapa de convergencia (CS) en AAL1 recibe 47 bytes como unidad de datos del protocolo de capas superiores (PDUs) del modelo ATM, y añade una cabecera al inicio para formar una nueva unidad de datos del protocolo de la subcapa de convergencia (CS-PDU) de 48 bytes.

La subcapa de segmentación y reensamblaje (SAR) recibe una CS-PDU y forma la unidad de datos del protocolo de segmentación y reensamblaje (SAR-PDU). La SAR-PDU completada es el campo de datos de una celda ATM, y cinco bytes se añaden como cabecera en la capa ATM, quedando la celda ATM lista para ser transportada.

En la ilustración 1.14 se detalla la estructura de la unidad de datos de la AAL1.



Significado:

CSI: Convergence Sublayer Indicator
 SC: Sequence Counter
 CRC: Cyclic Redundancy Check
 SN: Sequence Number
 SNP: Sequence Number Protection
 CS-PDU: Convergence Sublayer-Protocol Data Unit
 SAR-PDU: Segmentation and Reassembly-Protocol Data Unit

Ilustración 1.14. Preparación de celda AAL1.^[8]

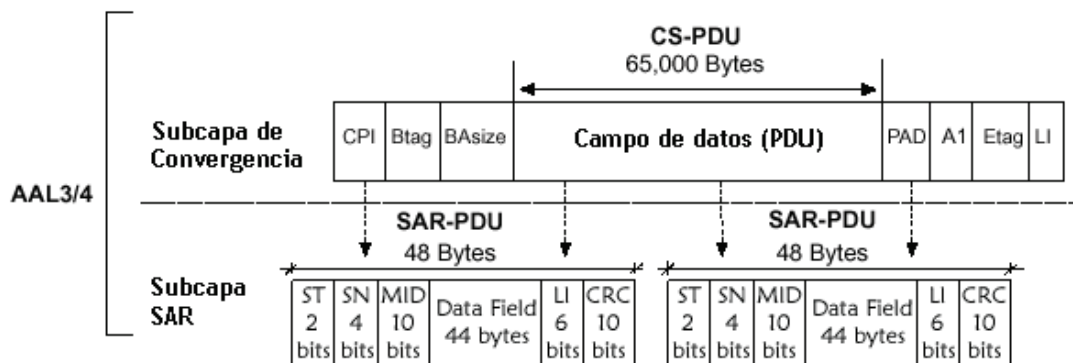
Cuando el destino recibe una celda AAL1, éste usa tanto el reloj de la red ATM como el número de secuencia (SN) para recuperar y recrear el reloj original de la fuente y verificar que las celdas son recibidas en el orden correcto.

AAL^{3/4} (ATM Adaptation Layer^{3/4})

Está orientado para servicios de datos de velocidad variable orientados a conexión, ejemplos de éstos son vídeo comprimido, Frame Relay y SMDS.

AAL^{3/4} segmenta y prepara la unidad de datos del protocolo de capas superiores en una serie de celdas de 53 bytes para su transporte. El procedimiento de segmentación y reensamblaje está diseñado para evitar que los datos transmitidos sean corrompidos, se pierdan o estén fuera de secuencia.

La subcapa de convergencia (CS) recibe unidades de datos de longitudes no mayores a 65000 bytes, que es el tamaño máximo de la ventana en la subcapa de convergencia. Una cabecera y *trailer* son añadidos a cada PDU para formar una nueva CS-PDU. Luego, la subcapa de segmentación y reensamblaje (SAR) toma la CS-PDU y la prepara para transportarse en celdas, segmentándolas en campos de datos de 44 bytes. Una unidad de datos del protocolo de segmentación y reensamblaje SAR-PDU, es formada cuando se añade una cabecera y un *trailer* a cada campo de datos de 44 bytes. La trama se muestra en la ilustración 1.15.

**Significado:**

CS-PDU: Convergence Sublayer-Protocol Data Unit
 CPI: Common Part Indicator
 Btag: Begin Tag
 BAsize: Buffer Allocation size
 A1: Alignment
 Etag: End Tag
 LI: Length Indicator
 SAR-PDU: Segmentation and Reassembly-Protocol Data Unit
 ST: Segment Type
 SN: Sequence Number
 MID: Multiplexing Identification
 CRC: Cyclic Redundancy Check

Ilustración 1.15. Preparación de celda AAL^{3/4}.^[8]

La SAR-PDU añadida 5 bytes de cabecera es la celda ATM que ya está lista para ser transportada.

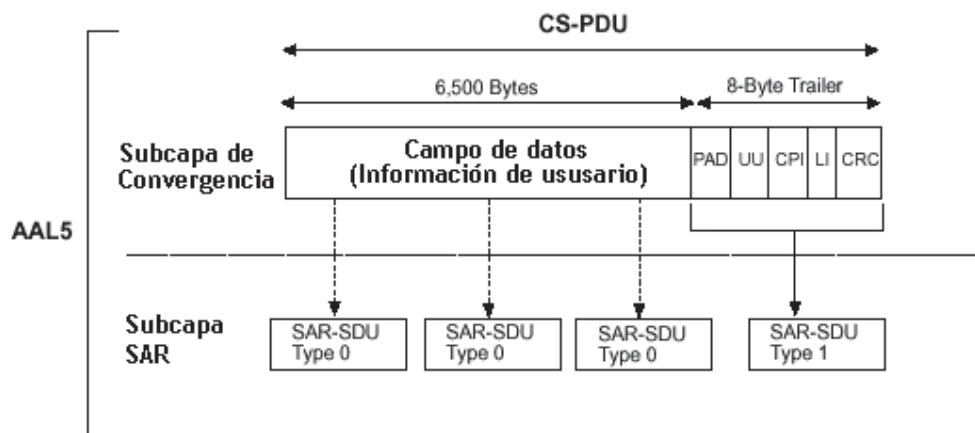
AAL5 (ATM Adaptation Layer 5)

Comúnmente referida como una capa “simple y eficiente”, es usada por la mayoría de los datos en la actualidad, y por los protocolos de emulación de LAN e IP clásico. Está diseñada para servicios de datos de velocidad variable orientados a conexión y permite simplificar el procedimiento y la cabecera requeridos por AAL^{3/4}.

Segmenta y prepara las unidades de datos de los protocolos de capas superiores de longitud variable en una serie de celdas de 53 bytes para su transporte.

La subcapa de convergencia (CS) de AAL5 recibe los datos de capas superiores (PDU's) de hasta una longitud de 65000 bytes (tamaño máximo de la ventana permitida en CS), añade un *trailer* para formar la unidad de datos del protocolo de la subcapa de convergencia (CS-PDU).

La subcapa de segmentación y reensamblaje (SAR) recibe la CS-PDU y la prepara para su transporte en celdas segmentándola en campos de datos de 48 bytes. Cada campo de datos de 48 bytes es etiquetado como "tipo 0 ó tipo 1". La información de usuario tomada de la CS-PDU es etiquetada como SAR-SDU (*segmentation and reassembly-service data unit*) tipo 0. Cuando se ha agotado la información de usuario el *trailer* de la CS-PDU se etiqueta como un campo de datos SAR-SDU tipo 1. La trama AAL5 se muestra en la ilustración 1.16.



Significado:

CS-PDU: Convergence Sublayer-Protocol Data Unit

UU: User-to-User Information

CPI: Common Part Indicator

LI: Length Indicator

CRC: Cyclic Redundancy Check

SAR-SDU: Segmentation and Reassembly-Service Data Unit

Ilustración 1.16. Preparación de celda AAL5.^[8]

1.6. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Dentro de la arquitectura de red ATM, la capa más baja del modelo tiene la función de interconectar físicamente a los equipos que conforman la red. Los datos que se transmiten por los medios de transmisión, son absolutamente toda la información generada en las capas superiores.

Al realizar una adecuada elección del medio de transmisión, se está asegurando no sólo que éste podrá soportar el caudal de información actual, sino también que podrá soportar futuras ampliaciones de tráfico sin por ello causar retrasos o pérdidas de la información que en último término son de vital importancia para el usuario final.

Existen en la actualidad una diversidad de medios de transmisión disponibles y que según las necesidades tienen diversas aplicaciones, éstos son:

- ✓ Cable trenzado.

- ✓ Cable coaxial.

- ✓ Fibra óptica.

- ✓ Radio enlaces.

Cada uno de los medios de transmisión antes citado, presenta tanto ventajas como desventajas. Las que más sobresalen en el momento de su elección son el costo, ancho de banda que soporta y la inmunidad a interferencias. Basados en estos tres parámetros se realiza una comparación para los medios de transmisión citados en la tabla 1.6.

MEDIO DE TRANSMISIÓN	COSTO	ANCHO DE BANDA	INMUNIDAD A INTERFERENCIAS
Cable trenzado CAT5	Económico	100 MHz en 100 m	Medio
Cable coaxial de banda ancha	Económico	450 MHz a 100 km	Medio
Fibra óptica monomodo	Costoso	2 GHz a 30 km	Alto

Tabla 1.6. Medios de transmisión.^[19]

En el desarrollo de una red MAN que sirva de *backbone* para distintos usuarios, se requiere que el medio de transmisión elegido brinde gran ancho de banda y alta inmunidad a interferencias externas, para así disponer de información sin retardos, segura y con una tasa de error mínima. Una red *backbone*, debe manejar grandes cantidades de tráfico proveniente de varios usuarios, ser fiable y permitir la confidencialidad de los datos; por ello y las características de los distintos medios de transmisión, el que satisface nuestras necesidades de mejor manera es la fibra óptica.

1.6.1. FIBRA ÓPTICA

Por las ventajas que presenta la fibra óptica frente a los demás medios de transmisión, en la actualidad ésta es utilizada en gran cantidad de redes a nivel mundial y es la mejor opción para utilizarse como medio de transmisión vertebral o *backbone*.

La fibra óptica permite la transmisión de señales luminosas y es inmune a interferencias electromagnéticas externas por excelencia, ya que por ella no se transmiten impulsos eléctricos que son proclives a alteraciones de la información por ruidos del entorno. Se habla de frecuencia óptica cuando se supera los 10^{10} Hz, frecuencias que los conductores metálicos no soportan y que para su transmisión necesitan de medios ópticos.

La fibra es un delgado hilo, generalmente elaborada de vidrio o plástico de similar grosor al de un cabello. La luz que se transmite por fibra es del tipo infrarrojo, que es un tipo de luz no visible al ojo humano. Para la transmisión de datos se modula la luz, de similar manera que en la transmisión de datos sobre medios eléctricos.

Para transmitir la información se requiere de dispositivos emisores de luz como los LED's (diodo emisor de luz) o los LASER's (amplificación de luz, por estimulación de emisión de radiación). En el otro extremo del sistema se requiere de dispositivos receptores de luz como pueden ser los APD (Fotodiodo de avalancha), PIN (Foto detector) o bien PIN-FET (Foto detector y transistor por efecto de campo).

La fibra tiene una estructura sencilla, la complejidad radica en su elaboración. Consta de varias capas como se puede apreciar en la ilustración 1.17, una denominada núcleo (*Core*), otra denominada recubrimiento (*Cladding*), con una relación de diámetros aproximada de 3 de núcleo por 1 de recubrimiento y son las que permiten la transmisión de la luz.

La fibra va recubierta por una delgada capa de revestimiento (*Coating*) metálico, sobre ella se tienen pequeñas fibras que soportan la tensión (*Strengthening fibers*) y por último una chaqueta de PVC (*Cable jacket*) que le sirve como protección externa, aunque se suele agrupar varias fibras con el fin de darles mayor resistencia mecánica.

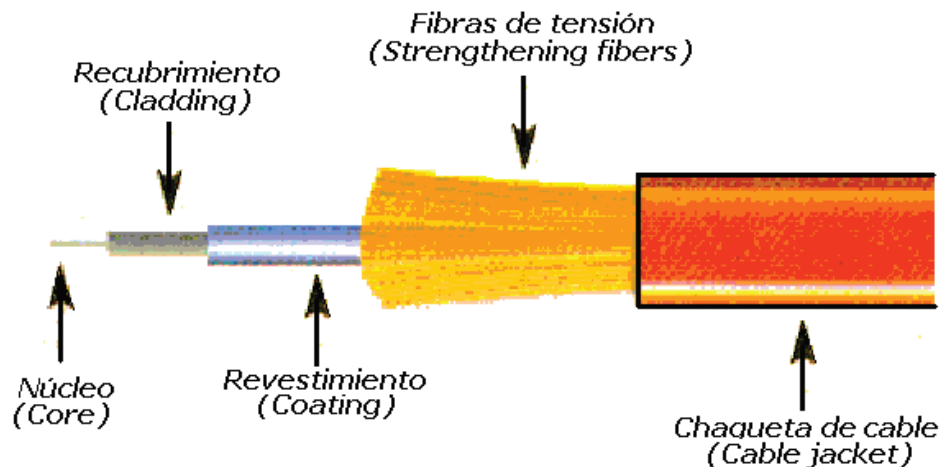


Ilustración 1.17. Estructura de la fibra óptica.^[24]

El núcleo tiene mayor índice de refracción que el recubrimiento; por esta diferencia de índices, la luz introducida en la fibra y que cumple con cierto ángulo dentro del denominado cono de aceptación, puede ser propagada por el núcleo, caso contrario no se transmite, este fenómeno se denomina refracción total y se muestra en la ilustración 1.18.

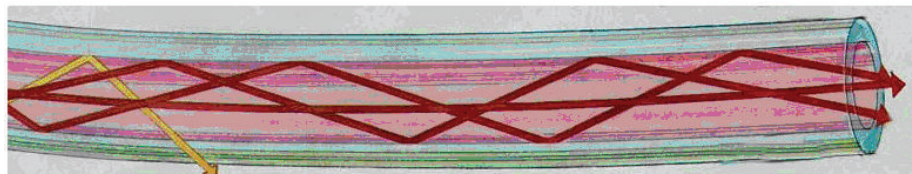


Ilustración 1.18. Refracción total.^[16]

El cono de aceptación está vinculado con los materiales utilizados para la elaboración de la fibra, solamente los rayos emitidos con un ángulo de incidencia dentro del cono serán propagados.

Las fibras ópticas están clasificadas de acuerdo al modo de propagación que en ellas ocurre; es así, que existen 3 tipos de fibras:

- ✓ Fibras monomodo.

- ✓ Fibras multimodo de índice gradual.

- ✓ Fibras multimodo de índice escalonado.

Fibras monomodo. Tiene un núcleo reducido (de 7 a 10 micrones de diámetro), que obliga a la luz a seguir una trayectoria lineal dentro de él. Es el tipo de fibra más cara y difícil de manipular, pero la que soporta mayores distancias y tiene mayor ancho de banda (hasta 2 GHz a 30 km).

Fibras multimodo de índice gradual. Tienen gran capacidad (hasta 1 Gbps). El índice de refracción del núcleo varía de más alto hacia más bajo en el recubrimiento, este hecho produce un efecto espiral en todo rayo introducido en la fibra óptica. Las dimensiones del diámetro del núcleo van de 50 a 80 micrones.

Fibras multimodo de índice escalonado. Su producción resulta adecuada considerando como parámetros la tecnología y precio. Su capacidad es menor que las fibras monomodo (hasta 50 Mbps). El índice de refracción del núcleo varía abruptamente entre el núcleo y el recubrimiento. El núcleo llega hasta los 100 micrones de diámetro.

Los cables de fibra óptica tienen diferentes características que afectan a su desempeño, dentro de los principales se encuentran la atenuación y la dispersión.

La atenuación es la pérdida de señal a través de la distancia, grandes distancias producen mayores atenuaciones que resultan en errores en los receptores. Para redes de área metropolitana no representa un problema la atenuación debido a las distancias relativamente cortas. Tres clases de equipos se pueden utilizar para minimizar sus efectos^[25]:

- ✓ Regeneradores electrónicos. Es un equipo que convierte la señal óptica en señal eléctrica, una vez regenerada o amplificada la vuelve a convertir en señal óptica y la inyecta nuevamente en la fibra óptica.
- ✓ EDFA (*Erbium-doped fiber amplifier*, amplificador de fibra dopado con erbio). Similar a los regeneradores electrónicos se trata de un amplificador de señal, con la diferencia que no necesita convertir la señal de óptica a eléctrica. La señal entrante a ser amplificada excita átomos de erbio y producen una señal óptica amplificada.
- ✓ Combinación de amplificador EDFA/Raman. Amplificación Raman es un componente adicional que mejora el desempeño de los amplificadores EDFA. Generan un pulso de luz de alta potencia que proporciona amplificaciones de hasta 10 dB, que permite el uso de cables de grandes distancias y también permite alcanzar velocidades de hasta 40 Gbps.

La dispersión es un fenómeno natural en la transmisión con luz, en la cual cualquier rayo de luz se va ensanchando conforme avanza sobre la fibra óptica. El ensanchamiento del rayo se refleja en errores en los datos transmitidos. Existen cuatro tipos de dispersión:

- ✓ **Dispersión del material.** Diferencias en las características refractivas del material causan dispersión de la señal.

- ✓ **Dispersión modal.** Ocurre en los cables multimodo en los que varias señales toman distintas trayectorias, unas más largas que otras.

- ✓ **Dispersión cromática.** Ocurre cuando ciertas longitudes de onda viajan a través de un medio más rápido que otro.

- ✓ **Dispersión de guía de onda.** Ocurre en los cables monomodo debido a la diferencia de la velocidad de la señal en el núcleo y en el revestimiento, produce dispersión cromática.

Adicionalmente al cable de fibra óptica, a los emisores y receptores de luz se requieren otros implementos, algunos de los cuales se indican en las ilustraciones 1.19 y 1.20. Implementos como conectores que son conexiones temporales y producen una atenuación de alrededor de 1 dB, empalmes de fusión en los que ambas fibras se calientan hasta alcanzar el punto de fusión y éstas quedan unidas provocando pérdidas de 0.2 dB, empalmes mecánicos que por medio de elementos de sujeción mecánicos se logra el paso de señal con una pérdida de 0.5 dB; y por último, los acopladores que permiten distribuir la señal entrante en varias salidas introduciendo pérdidas de 5 dB.



Ilustración 1.19. Empalmes mecánicos para fibra.^[24]

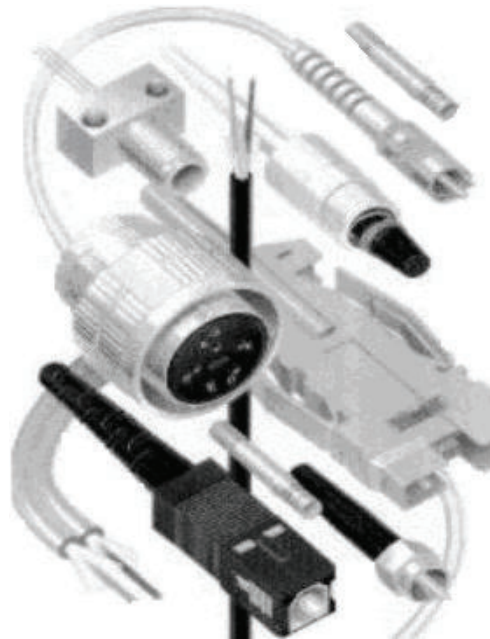


Ilustración 1.20. Implementos adicionales.^[16]

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA RED DE BANDA ANCHA

2.1. GENERALIDADES

Es factible definir una red digital de banda ancha de comunicación de datos, como el conjunto de medios técnicos instalados, operados, organizados y administrados, con la finalidad de ofrecer a los usuarios servicios de transporte para diferentes tipos de tráfico (voz, datos, vídeo), a diferentes velocidades, usando como soporte, un limitado número de enlaces de comunicación de elevado ancho de banda.

La tecnología a utilizarse será ATM debido a que ésta es una tecnología de conmutación y de transporte digital de banda ancha, que dispone de mecanismos de control dinámico del ancho de banda, y que no sufre de los problemas de latencia de las transmisiones basadas en paquetes y medios compartidos. (*Frame Relay*, FDDI). En varios aspectos, ATM es la respuesta a una pregunta, ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicios de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (TDM) encontrado en los conmutadores de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística.

Una red ATM es una solución global extremo a extremo; es tanto una tecnología de infraestructura para *backbone* de alta velocidad como de aplicación para servicios en redes corporativas. ATM responde a las expectativas de interconectividad global, escalabilidad de tecnologías y satisfacción del cliente local.

En una red ATM las comunicaciones se establecen a través de un conjunto de dispositivos intermedios llamados *switches* que permiten una amplia gama de servicios de acceso, concentración y adaptación de diferentes tipos de tráfico que son transportados y conmutados en celdas ATM.

Los conmutadores ATM aseguran que el tráfico de grandes volúmenes es flexiblemente conmutado al destino correcto. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (*Synchronous Optical Network*), SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*), PDH (*Plesyochronous Digital Network*), T3/E3, T1/E1, haciendo que sea factible cubrir los distintos niveles de necesidad que los usuarios finales requieren.

Para el caso en estudio se ha decidido implantar una red DQDB, con tecnología SDH para transporte a alta velocidad, como plataforma para ATM. La red estará constituida como se muestra en la ilustración 2.1, por un anillo central y varios anillos colectores metropolitanos, llevando las transmisiones o tráfico de la red sobre conexiones redundantes, asegurando así, que cada transmisión alcance su destino, incluso en caso de que se presente un corte en la fibra. Una gran seguridad es proporcionada en toda la red de transmisión de fibra óptica, lo que prácticamente elimina la vulnerabilidad de la información.

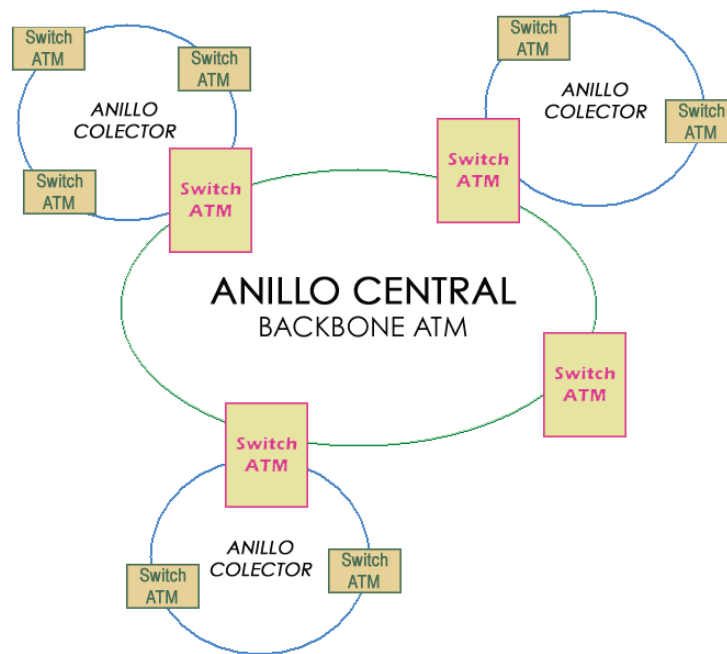


Ilustración 2.1. Topología de red.

Con esto no importa si las necesidades son las de un operador o las de un corporativo, se ofrecerá velocidad, seguridad, confiabilidad y facilidad de crecimiento de capacidad. La red llegará a las zonas que requieran servicios avanzados de banda ancha.

Las condiciones de alta disponibilidad de puertos, la capacidad de acceso, la variedad de protocolos y la conectividad a los servicios de alto desempeño, hacen de los equipos de acceso al *backbone*, equipos de características técnicas muy especiales por la delicada labor que desempeñan, y es así que se trata de utilizar los equipos más adecuados para cumplir con dichos objetivos y que al mismo tiempo cumplan con los estándares internacionales, para así poder proveer interconexión con todos los proveedores de comunicaciones, como lo exige la ley.

2.2. COMPONENTES DE LA RED ATM

Una red está compuesta por muchas capas, componentes y capacidades; así para el presente caso se tendrá sistemas de conmutación, enrutamiento, concentración, equipo terminal, tarjetas adaptadoras, protocolos de señalización y enrutamiento, software para realizar *internetworking*, mecanismos de adaptación de multiservicios, mecanismos de manejo de tráfico, medios de transmisión, herramientas y aplicaciones para la administración y manejo de la red.

Los equipos que se han seleccionado para integrar la red, en algunos casos satisfacen simultáneamente varias de las características antes mencionadas.

2.2.1. CONMUTADORES ATM

El conmutador es una máquina de red que posee alguna inteligencia, ya que debe almacenar y reexpedir las tramas que le llegan por sus puertos en función del contenido de las mismas. Operan en el nivel 2 del modelo de referencia OSI.

El funcionamiento básico de un conmutador ATM es el siguiente: una vez recibida una celda a través de un camino o circuito virtual asigna un puerto de salida y un número de camino o circuito a la celda en función del valor almacenado en una tabla dinámica interna. Posteriormente retransmite la celda por el enlace de salida y con el identificador de camino o circuito correspondiente.

Cada celda ingresa y sale a través de un interfaz físico más comúnmente llamado puerto, así cada conmutador puede soportar diferente cantidad de puertos de distinta capacidad (velocidad). Algunos conmutadores de muy alto rendimiento se conectan en forma modular a un bus de muy alta velocidad (*backplane*) en el que producen su conmutación. Gran parte de los modelos comerciales de

conmutadores son apilables, y por tanto, fácilmente escalables, por lo que les da una gran flexibilidad y funcionalidad en cuanto a la gestión del tráfico de la red. De hecho, en los conmutadores de muy alto rendimiento, la capacidad del *backplane* es, al menos, la suma de la capacidad de cada uno de los puertos, con lo que se garantiza que la conmutación será de alta velocidad y que unos segmentos de red no interferirán en otros. En el conmutador es posible repartir el ancho de banda de la red de una manera apropiada, de modo transparente a los usuarios.

Es recomendable y muy frecuente que la implementación de servicios ATM se inicie con conmutación ATM a nivel de la capa de acceso (nivel de entrada, se encarga de la adaptación de tráfico no ATM a celdas ATM) y que se agreguen capas superiores conforme se incrementen las necesidades de conmutación y ancho de banda.

2.2.3. EQUIPOS TERMINALES

Son los sistemas desde los cuales el usuario demanda las aplicaciones y servicios proporcionados por la red. Existen varios tipos de equipos terminales¹, que se diferencian unos de otros según sus características y potencialidades.

- ✓ Estaciones de trabajo.

- ✓ Ordenadores centrales.

- ✓ PCs o compatibles.

¹ Equipos terminales. Ver Anexo C.

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

2.3.1. ESTUDIO DE MERCADO

Se debe tomar en cuenta que parte fundamental para realizar un estudio de cualquier tipo es obtener resultados confiables y que por sobre todo puedan ser aplicables. Resulta casi imposible o impráctico llevar a cabo un estudio sobre toda la población, por lo que la solución es llevar a cabo un estudio basándose en un subconjunto de ésta, denominada muestra.

Sin embargo, para que los estudios tengan la validez y confiabilidad buscada es necesario que tal subconjunto de datos, o muestra, posea algunas características específicas que permitan, al final, generalizar los resultados hacia la población en su totalidad.

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

- ✓ El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.
- ✓ El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización.
- ✓ El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis.

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población, lo que ya se dijo es impráctico. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%, y será el porcentaje de confianza que se utilizará en el caso en estudio.

El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o a la inversa: rechazar la

hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse. Comúnmente se aceptan entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error. Para el presente caso el valor de error considerado será del 5%.

La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con la que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó la hipótesis es la variabilidad negativa, denotada por q . Hay que considerar que p y q son complementarios; es decir, que su suma es igual a la unidad: $p+q=1$. Además, cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación (no hay otras o no se pudo aplicar una prueba previa), entonces los valores de variabilidad son $p=q=0.5$.

Una vez que se han determinado estos tres factores, entonces se puede calcular el tamaño de la muestra como a continuación se expone.

Dentro del sector comercial de la ciudad de Guayaquil se toman en cuenta empresas comerciales, industriales y de servicios, y se toma este sector como posible usuario de la red, ya que tiene un 30%¹ de participación en el producto interno bruto nacional, dato que evidencia la importancia del sector.

El sector comercial está compuesto por todas las empresas no financieras existentes en la ciudad, que son en total 12300² ($n=12300$ tamaño de la población), se tomó para la muestra a 1084 empresas como posibles usuarias ($n_i=1084$ tamaño de la muestra). Se consideran como posibles usuarias ya que corresponden a las empresas afiliadas a la Cámara de Comercio Guayaquil³, y que según la misma tienen un promedio de 3 sucursales por cada oficina matriz, dato

¹ Valor tomado de la Revista Gestión, Noviembre 2003

² Dato proporcionado por la Superintendencia de Compañías

³ Dato proporcionado por la Cámara de Comercio de Guayaquil

que evidencia la necesidad de comunicación entre la matriz y sus respectivas sucursales.

Como sí se conoce el tamaño de la población, entonces se aplica la siguiente fórmula del método de muestreo aleatorio simple^[27]:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra; a determinarse.

Z=1.96 es el nivel de confianza para una confianza del 95%;

p=0.90 es la variabilidad positiva;

q=0.10 es la variabilidad negativa;

N=12300 es el tamaño de la población;

E=0.05 es la precisión o el error.

El nivel de confianza se obtiene a partir de la distribución normal estándar (Campana de Gauss), pues la proporción correspondiente al porcentaje de confianza es el área simétrica bajo la curva normal que se toma como nivel de confianza, y la intención es buscar el valor Z de la variable aleatoria que corresponda a tal área.

De los datos antes mencionados se obtiene como tamaño de la muestra 137 empresas, dichas empresas se seleccionarían en base al *ranking* de las 1000 compañías más importantes del Ecuador emitido por la Superintendencia de Compañías.

Debido a que ya se realizó un trabajo similar para la ciudad de Quito^[17], y tomando en cuenta que la mayoría de empresas que operan en Quito también lo hacen en Guayaquil y que en otros casos son de similares áreas de acción, y que por ende tendrán similares necesidades de comunicación, se hará uso de los datos obtenidos por el trabajo previo para realizar el dimensionamiento de esta red. Adicionalmente se tendrá como variabilidad positiva para este trabajo el valor de 90%, ya que a la fecha existe mayor conocimiento de los servicios ofrecidos y una mayor demanda de aplicaciones que exigen grandes anchos de banda. En el caso estudiado con anterioridad, se tomó como tamaño de muestra a 104 empresas, que es una cifra muy cercana al tamaño de la muestra obtenida para el presente estudio, entonces el utilizar los datos del trabajo anterior, con las respectivas proyecciones, permitirá tener un resultado bastante apropiado.

A la información resultante del estudio de mercado del trabajo anterior se realiza una proyección con una variabilidad positiva del 90%, un nivel de confianza de 95% y un margen de error del 5%, para obtener los resultados para este caso en particular y que se presentan en las ilustraciones 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6.

La utilización de las diferentes clases de servicios, representados en la ilustración 2.2 que se pueden ofrecer al usuario final, refleja que servicios de telefonía y fax tradicionales son explotados o requeridos en gran magnitud y sin excepción de usuario, mientras que servicios de transmisión de datos se encuentran aún en un nivel de crecimiento acelerado, pero todavía el usuario final desconoce las ventajas de compartir información entre sus diferentes oficinas.

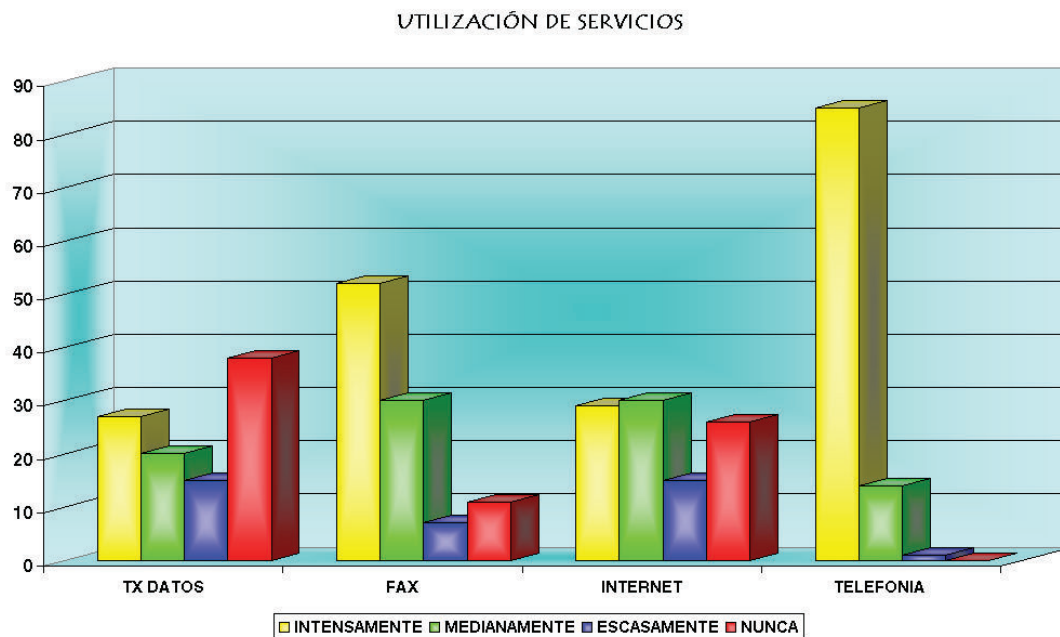


Ilustración 2.2. Utilización de servicios.

En la ilustración 2.3 se observa que el mercado al cual se pretende llegar para cubrir o satisfacer sus requerimientos de comunicación, considera que las tarifas que se están facturando al momento por servicios como telefonía y fax son elevados, existiendo por otro lado un alto nivel de desconocimiento de cuáles son las tarifas de servicios de transmisión de datos.

TARIFAS DE SERVICIOS

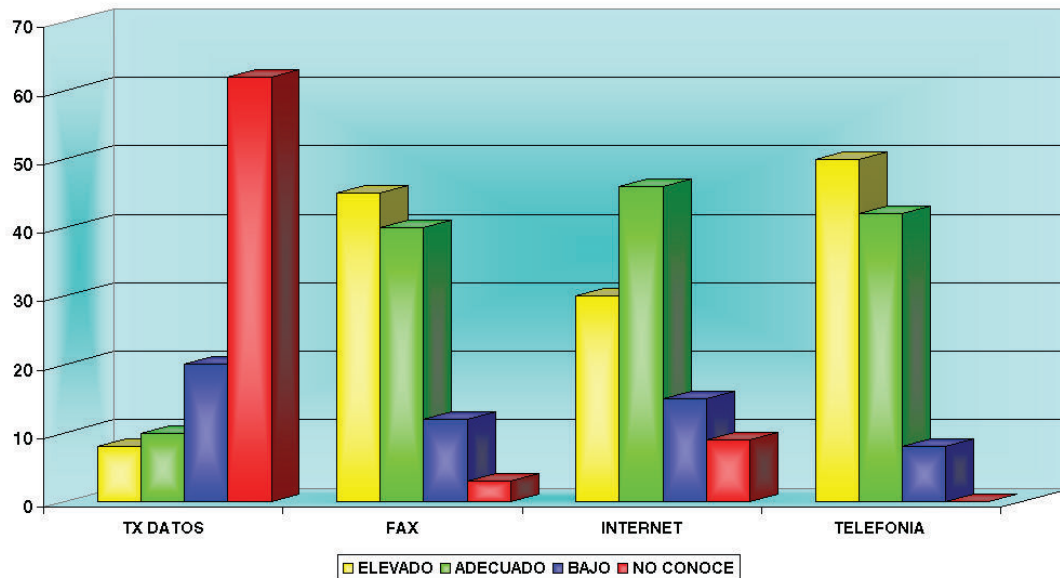


Ilustración 2.3. Tarifas de servicios.

Debido a la condición de país tercer mundista, se hace evidente en la ilustración 2.4, que el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías de comunicación, que ponen a disposición de todos las herramientas necesarias para mantenerse informados y comunicados con el mundo, es muy reducida en cuanto se refiere a servicios de comunicación nuevos o que no se enmarcan en los servicios tradicionales.

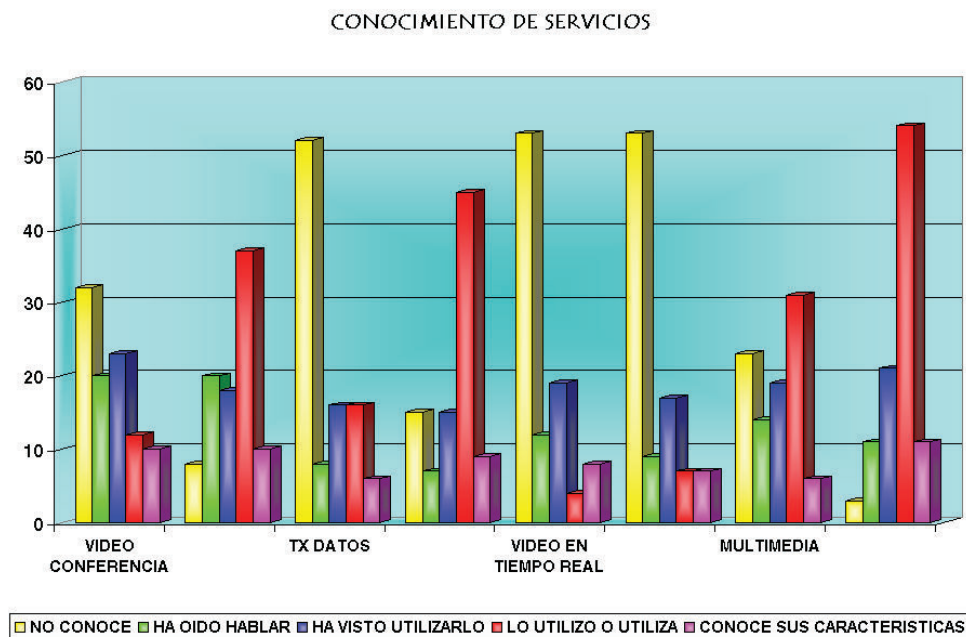


Ilustración 2.4. Conocimiento de servicios.

La ilustración 2.5, muestra que la mayoría de la población en estudio requiere de un servicio de comunicación que le garantice alta velocidad, confiabilidad, fácil escalabilidad y por sobre todo que tenga una relación costo/beneficio favorable para su empresa. Es posible suponer que el segmento de empresas que dice no requerir un servicio de tales características, realiza tal afirmación ya sea por el reducido requerimiento de comunicación, o bien, por la falta de conocimiento de las ventajas obtenidas del adecuado aprovechamiento de los recursos y servicios que se prestarían.

La importancia que tienen las telecomunicaciones para los posibles abonados es elevada, según se puede observar en la ilustración 2.6, pero se destaca que a pesar de tener gran importancia se quejan de que las mismas no prestan, en todos los casos, niveles aceptables de calidad, confiabilidad, fácil crecimiento y sobre todo un costo adecuado.

Del estudio de mercado se puede determinar que existe una gran acogida para un nuevo servicio portador de telecomunicación, de mejores características de los

actualmente prestados y que cumpla con las expectativas de ancho de banda y disponibilidad requeridos por el usuario final.

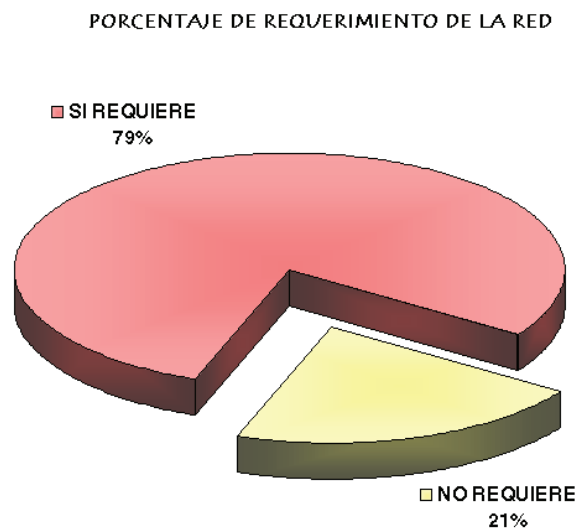


Ilustración 2.5. Porcentaje de requerimiento de la red.

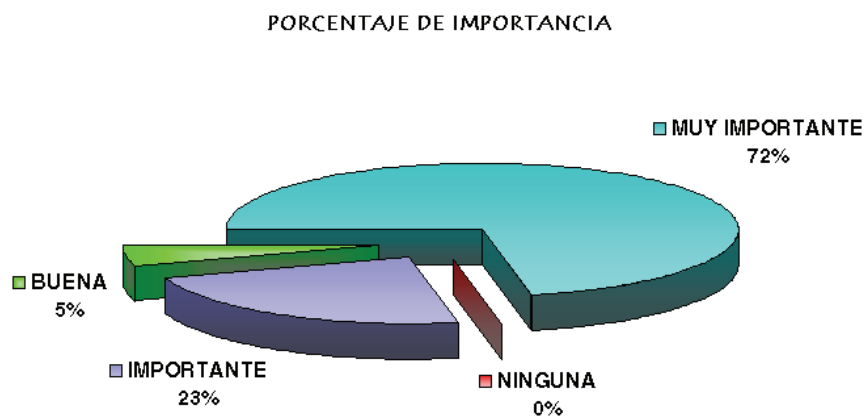


Ilustración 2.6. Porcentaje de importancia.

Adicionalmente el estudio muestra que es factible la implementación de la red propuesta, ya que la misma estará en capacidad de cubrir los requerimientos exigidos o esperados; por ende, se deduce que la misma sí tendrá acogida dentro del sector al cual se quiere brindar el servicio.

2.3.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS NODOS

La red como se ha planteado anteriormente está orientada a integrar múltiples servicios, que permitan competir en un mundo cada vez más globalizado, en el que las empresas requieren estar comunicadas siempre de manera eficiente, brindando servicios de telecomunicación de vanguardia y de banda ancha en las zonas donde sea requerida.

Es así que los nodos que se conectan entre sí, formando el denominado anillo central, estarán ubicados en diversos sitios de la ciudad que permitan un fácil acceso hacia el usuario final, sin importar su localización. Para la ubicación de los nodos pertenecientes al anillo central, se tendrá como base la zonificación industrial de la ciudad de Guayaquil, realizada por la Dirección de Medio Ambiente del Muy Ilustre Municipio de Guayaquil; se toma esta zonificación como guía, ya que refleja básicamente la distribución real de todo el sector comercial de la ciudad y cubre toda la ciudad.

En forma global, se distinguen en el ámbito geográfico de la ciudad, siete zonas de concentración industrial, las cuales también han sido consideradas en otros trabajos de planificación¹, dichas zonas se indican en la ilustración 2.7 y sus características son las siguientes:

ZONA RIBEREÑA DE LOS ESTEROS COBINA Y DEL MUERTO

Esta constituye la zona más septentrional de la ciudad y en ella se destaca la presencia del Puerto Marítimo y las instalaciones de la Armada correspondientes a la Base Naval Sur, así como las fábricas Andec, Cartonera Nacional y Fertisa. Existen aquí diez industrias en funcionamiento.

ZONA RIBEREÑA AL RÍO GUAYAS

Se refiere al largo corredor comprendido entre la ribera oeste del Río Guayas y las calles paralelas cercanas como la Avenida Domingo Comín y Eloy Alfaro, desde la Avenida Olmedo hasta la ciudadela La Pradera. Las principales instalaciones

¹ Trabajos de planificación realizados por la EMAG, Empresa Municipal de Aseo Guayas.

industriales que se ubican en esta zona son: El Universo, Lyteca-Texaco, Ecuagranos, Molinos del Ecuador, La Favorita, Industrial Molinera, Cobalsa, las instalaciones de El Camal Municipal, Astinave, EMELEC, planta de tratamiento El Guasmo. El número de industrias determinado por el grupo técnico de la asociación de industriales de Guayaquil es de 61 industrias activas.

ZONA JUAN TANCA MARENGO

Abarca las áreas aledañas a la avenida Juan Tanca Marengo desde el extremo sur del aeropuerto Simón Bolívar hasta el paso elevado del km.7 vía a Daule. Sobresalen como principales industrias las siguientes: Ingaseosas, Geneca, Incacao, Granjas Agrícolas Doble A, Novolli, Vitralux, Cristalvid, etc. El total de industrias existentes es de 64.

ZONA MAPASINGUE-PROSPERINA

Comprende sectores de los barrios Mapasingue y Prosperina entre los kilómetros 4^{1/2}, 5 y 8^{1/2} de la vía a Daule. Las industrias más importantes son: Aga del Ecuador, Oceanpac, Nutril, Molinos Champion, Poliquímicos del Ecuador, Embotelladora de Bebidas Cítricas, Industrial Pesquera Santa Priscila, Qualiastic, etc. El número de industrias aquí ubicadas llega a 30.

ZONA INMACONSA

Esta zona comprende un amplio trapecio al norte de Guayaquil, vertebrado por la vía a Daule desde el km.8^{1/2} hasta el km.14. Las principales industrias que se hallan en esta zona son: Acromax, Alporplast, Apolinar Pesca, Balanceados Vigor, Bebidas Líquidas S.A., Convepel, Dolabella, Envases del Litoral, Indulac, Kuritex, Laboratorios Garbu, Papelesa, Quimicamp, Quimipac, Ucar Polímeros, etc. El número de industrias llega a un total de 125.



Ilustración 2.7. Zonificación Industrial ciudad de Guayaquil.

ZONA PASCUALES

Esta zona abarca áreas del extremo norte de la ciudad que se integran a la vía a Daule desde el km.14 en adelante. Las instalaciones industriales más representativas son: Agripac, Agua Cristal, Alafundi, Colgate-Palmolive, Baterías Lux, Ecuajugos, Mabe del Ecuador, H.B. Fuller, Jabonería Nacional, Mafrico, Pinturas Unidas, Plycem Eternit, Plásticos Soria, etc. El total de industrias es de 68.

ZONA VÍA A LA COSTA

Esta zona se extiende desde el km.4^{1/2} hasta el km.24 a la entrada de la parroquia Chongón. A lo largo de esta vía se encuentran los barrios Ceibos y Puerto Azul y continúa con una zona no poblada en las faldas de los Cerros Azul y Blanco. Las industrias más notables son: La Cemento Nacional, Calcáreos Huayco, Cantera San Luis, Exporklore, Nestlé, Hormigones Precón, Molinera Figallo, ABA, etc. La cantidad total de industrias es de 36.

En base a la zonificación antes descrita se realiza una nueva zonificación para distribuir tres nodos que formarán el anillo central o *backbone*; para la nueva zonificación se agrupan las zonas anteriores que se encuentren cercanas entre sí, obteniéndose como nuevas zonas de cobertura para los nodos a implementarse las indicadas en la tabla 2.1.

NODO	ZONAS
1	PASCUALES INMACONSA MAPASINGUE - PROSPERINA JUAN TANCA MARENGO
2	ESTEROS COBINA Y DEL MUERTO RIBEREÑA AL RÍO GUAYAS
3	VÍA A LA COSTA

Tabla 2.1. Zonificación de la red.

Tomando como número total de industrias para el presente estudio la cantidad de 304, que es la suma de industrias existentes en la zonificación realizada por el Municipio de Guayaquil anteriormente descrita. De la tabla 2.1 de zonificación de la

red, y del número de industrias existentes en cada zona, se obtiene la distribución de industrias para los nodos de la red y que corresponden a los que se presentan en la tabla 2.2.

	<i>NODO 1</i>	<i>NODO 2</i>	<i>NODO 3</i>
# INDUSTRIAS	197	71	36
% INDUSTRIAS	64,8	23,4	11,8

Tabla 2.2. Industrias por nodo.

Se nota que el nodo 1 presenta la mayor concentración de industrias dentro de lo que será su área de cobertura; adicionalmente se nota que la distribución no es igual para los tres nodos, así se tendrá también mayor cantidad de tráfico entre los nodos que mayor concentración tengan.

2.3.3. CAPACIDAD DE LOS NODOS

Para el caso de la red en estudio se consideró un total de 1084 empresas, como posibles usuarios^[A] con una oficina matriz y 3 sucursales, la cantidad de 1084 empresas se espera sean clientes al final del primer año de operación; ahora bien considerando este dato, el porcentaje de distribución de industrias en los diferentes nodos de la tabla 2.2 y asumiendo una distribución de las sucursales similar a la que presentan las matrices, se tendrá una distribución de empresas dentro de la ciudad de Guayaquil para los distintos nodos, como la mostrada en la tabla 2.3.

	<i>NODO 1</i>		<i>NODO 2</i>		<i>NODO 3</i>	
	<i>MATRICES</i>	<i>SUCURSALES</i>	<i>MATRICES</i>	<i>SUCURSALES</i>	<i>MATRICES</i>	<i>SUCURSALES</i>
# EMPRESAS	702	2107	254	761	128	384
% EMPRESAS	64,8		23,4		11,8	

Tabla 2.3. Empresas matrices y sucursales por nodo.

[A] Referirse a la página 44 de este proyecto de titulación

La tabla anterior representa la distribución de empresas clientes en la ciudad de Guayaquil dentro del primer año de operación; pero la red debe ser dimensionada de tal manera que permita abarcar nuevos clientes y a su vez que todos los usuarios de la red puedan expandir sus requerimientos de ancho de banda sin que ello cause la saturación de la red en un corto tiempo.

El tiempo de servicio que se pretende para la red sin tener problemas de saturación de tráfico es de 10 años, para ello se debe tomar en cuenta el crecimiento de empresas en la ciudad y el índice de penetración de los servicios de banda ancha para realizar la proyección correspondiente. El crecimiento empresarial se encuentra en el orden del 13%¹ anual, y la penetración de servicios de banda ancha se encuentra en el orden del 75%² anual. Esto significa, que un 75% de las empresas que surjan anualmente requerirán servicios de banda ancha; asumiendo que solamente se logre captar un 30%³ de ese nuevo mercado, se tiene que al cabo de los 10 años se tendrá una concentración total de clientes de 1408 empresas con su respectivas oficinas matrices y sucursales como se indica en la tabla 2.4.

	NODO 1		NODO 2		NODO 3	
	MATRICES	SUCURSALES	MATRICES	SUCURSALES	MATRICES	SUCURSALES
# EMPRESAS	912	2736	330	990	166	498
% EMPRESAS	64,8		23,4		11,8	

Tabla 2.4. Concentración de clientes al cabo de 10 años.

Se asigna una capacidad de 5 Mbps para las oficinas matrices y de 2 Mbps¹ para las sucursales de cada una de las empresas ubicadas en los distintos nodos, es evidente que si un cliente requiere mayor ancho de banda que el establecido, se contará con la capacidad suficiente en la red para poder cubrir dicho requerimiento.

¹ Dato proporcionado por la Cámara de Comercio de la Ciudad de Guayaquil

² Índice de penetración en Latinoamérica de servicios de banda ancha

³ Índice de concentración de clientes que posee Andinonet

Con la asignación de capacidades descrita y la tabla 2.4, se determina que en el lapso de 10 años, la red a ser diseñada deberá soportar una demanda mínima de capacidad como se indica en la tabla 2.5

	NODO 1		NODO 2		NODO 3	
	MATRICES	SUCURSALES	MATRICES	SUCURSALES	MATRICES	SUCURSALES
CAPACIDAD (Gbps)	4,56	5,472	1,65	1,98	0,83	0,996

Tabla 2.5. Capacidad en Gbps por nodo.

La capacidad requerida por las oficinas matrices sumada con la capacidad requerida por las sucursales, corresponde a la capacidad requerida dentro del nodo. Este valor de capacidad sería en el caso de que todos los usuarios dentro de un mismo nodo requieran utilizar la red al mismo tiempo; esta consideración se debe tener muy en cuenta, ya que esa sería la condición más crítica en cuanto a requerimiento de capacidad para la red en el lapso de 10 años y para la cantidad de usuarios que se estima tener, y es un dato que servirá para determinar la capacidad requerida por el tráfico que se intercambiará entre nodos.

2.3.4. TRÁFICO ENTRE NODOS

El objetivo de determinar el tráfico que se intercambiará entre nodos, es para poder especificar el tipo de fibra óptica que debe ser utilizada para enlazar los nodos y que la misma no se sature con el tráfico que debe soportar en el lapso de 10 años.

Para determinar cuál será el tráfico que se intercambiará entre nodos se considera que el 25%² del tráfico existente en cada nodo¹ será intercambiado con los nodos adyacentes; tráfico que sumado al existente en cada nodo dará la capacidad total

¹ Capacidad mayormente comercializada por las empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones

² Valor recomendado por las empresas portadoras que actualmente operan en el País

que deberá manejar el nodo en el lapso de 10 años y que se muestra en la tabla 2.6.

<i>DESTINO</i> <i>ORIGEN</i>	<i>NODO 1</i>	<i>NODO 2</i>	<i>NODO 3</i>
<i>NODO 1</i>	10,032	2,508	2,508
<i>NODO 2</i>	0,9075	3,63	0,9075
<i>NODO 3</i>	0,4565	0,4565	1,826
<i>TOTAL (Gbps)</i>	11,396	6,5945	5,2415

Tabla 2.6. Tráfico total por nodo en Gbps.

2.3.5. SELECCIÓN DEL CONMUTADOR

Existen en el mercado varios fabricantes de equipos de conmutación ATM, cada uno con sus respectivas ventajas y desventajas sobre los demás fabricantes. La selección del conmutador ATM a utilizarse en el presente trabajo, se basa en un enfoque orientado a la arquitectura del conmutador que consiste en comparar algunas características propias del chip de algunos fabricantes.^[7] Los conmutadores que serán comparados son de los fabricantes Newbridge, IBM y MMC.

Los sistemas MaintStreetXpress 36140 y 36144 de Newbridge, son niveles de acceso a plataformas ideales para ser usados como conmutadores de acceso a multiservicios. Los ATMS2000 de MMC optimizan aplicaciones de trabajo de grupos y *backbone* LAN. El 8265 *NWays ATM Switch* de IBM sirve para conmutación en el *backbone* de la red ATM, soporta servicios de conmutación multiprotocolo, conmutación LAN, módulos de interfaz WAN, módulos de distribución de vídeo, módulo de emulación de circuitos ATM.

¹ Referirse a la tabla 2.5 de este proyecto de titulación

La arquitectura de los sistemas de conmutación MainStreetXpresss está basada en doble bus de conmutación, sin bloqueo, con una capacidad total de 2 Gbps, su alta disponibilidad está garantizada por arquitectura de redundancia, proveyendo protección de interfaces, suministro de energía, control central, buses de conmutación y sincronización. La arquitectura del ATMS2000 está basada sobre memoria compartida, proporciona conmutación sin bloqueo. La arquitectura abierta del 8265 N Ways de IBM, está orientada para necesidades en *backbone* de redes ATM para alta capacidad de conmutación, puertos de alta densidad y alta fiabilidad, provee ranuras de doble *switch*, punto de control para redundancia y puede entregar capacidades de conmutación de hasta 12,8 Gbps en un *backplane* ATM de 25 Gbps.

Se selecciona los conmutadores IBM de la familia N Ways como la mejor opción para formar parte del *backbone* de la red del presente trabajo, pues es el que mayor capacidad de conmutación presenta sin necesidad de interconectar varios conmutadores en cascada, provee redundancia y soporte para gran variedad de aplicaciones.

2.3.6. REQUISITOS PARA EL DISEÑO

Cuando se diseña, instala y opera una red de datos, se busca que la misma sea lo más confiable, segura y flexible posible. Para ello se debe cumplir con ciertos requerimientos que si bien no son indispensables, son ideales para garantizar el perfecto funcionamiento de la red.

Un espacio dedicado para los equipos de conmutación con pisos y cielos falsos, control de temperatura, control de humedad y un aire limpio son ideales pero no indispensables.

Los requerimientos a cumplirse con mayor énfasis para la instalación de los equipos de conmutación en los nodos, son los siguientes:

- ✓ Redundancia.
- ✓ Selección del *Rack*.
- ✓ Selección del sitio y consideración de espacio.
- ✓ Consideraciones ambientales.

REDUNDANCIA

La intención natural del administrador de red es la de proveer un servicio altamente confiable y que tenga una disponibilidad del 100%¹, para poder alcanzar este objetivo se debe tener redundancia en caso de fallas.

Las fallas que se pueden solucionar teniendo redundancia son fallas de energía, control, conmutación y transmisión; es así, que se tendrá redundancia en los siguientes equipos:

- ✓ *REDUNDANCIA EN FUENTE DE PODER*. El conmutador IBM 8265 Nways tiene la capacidad de almacenar hasta 4 módulos de energía de carga compartida como se observa en la ilustración 2.8, que se pueden cambiar aún estando en funcionamiento el conmutador. Se configura el equipo de modo tal que los módulos trabajen dejando un margen de reserva que se utilizará en caso de que uno de los módulos falle, este proceso es no

¹ Valor ideal de disponibilidad, valor real alrededor del 99.995%.

disruptivo; es decir, el usuario no se verá afectado por una falla en un módulo de energía.

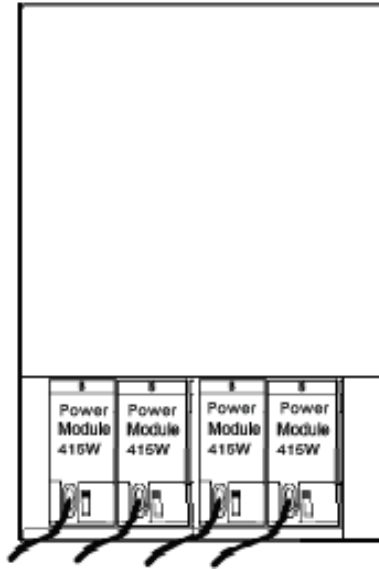


Ilustración 2.8. Redundancia en fuentes de poder.

- ✓ **REDUNDANCIA EN CONMUTACIÓN.** La conmutación se realiza en el *ATM Control Point and Switch Module (A-CPSW)*, que es el cerebro del conmutador IBM 8265. Se instala en los *slots* 9-10 ya que es un módulo de doble *slot* con 3 tarjetas, y para propósitos de redundancia se instala un segundo módulo en los *slots* 11-12, siendo el un módulo primario y el otro módulo secundario. Ambos módulos van conectados entre ellos por un interfaz serial en el *backplane*. Este interfaz es utilizado para intercambiar información de actualización en caso de realizarse algún cambio de configuración y para el monitoreo que el secundario hace sobre el estado del primario.

- ✓ **REDUNDANCIA EN TARJETAS DE CONTROL.** Las tarjetas de control son las que administran los módulos de energía y el subsistema de ventilación

del conmutador; adicionalmente generan el reloj y lo distribuyen por medio del *backplane*. Estas tarjetas van instaladas en los *slots* 18 y 19, una sola tarjeta es indispensable para el funcionamiento del conmutador pero en caso de falla la segunda entra a operar automáticamente. Se puede cambiar las tarjetas o reemplazarlas aún estando en funcionamiento el conmutador.

- ✓ *REDUNDANCIA EN FIBRA*. Ya que los enlaces entre nodos se realizarán con fibra de varios pares, siempre se reservará cierto número de pares para redundancia o también podrá utilizarse en caso de crecimiento del tráfico entre nodos.

SELECCIÓN DEL RACK

El *RACK* que se seleccione debe cumplir con las normas TIA/EIA, debe ser de 19" de ancho y con las características adicionales siguientes:

- ✓ Rieles con una perforación RETMA, tornillos de montaje.
- ✓ Nivelación del piso y plataforma estable.
- ✓ Descubierta el techo.
- ✓ Paneles laterales sólidos.
- ✓ Abierto por delante y por detrás.

- ✓ Puertas frontal y posterior (opcional), las cuales deben abrirse completamente.

SELECCIÓN DEL SITIO Y CONSIDERACIÓN DE ESPACIO

Debe tomarse en cuenta los siguientes aspectos cuando se seleccione una localidad, basados en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A/B, ANSI/TIA/EIA-569, ANSI/TIA/EIA-606, ANSI/TIA/EIA-607, ISO/IEC 11801, *National Electric Code* 1996 (NEC):

- ✓ *ENRUTAMIENTO DEL CABLEADO*. Se debe pasar el cableado por debajo del piso falso o sobre el cielo falso, pero utilizando escalerillas para la ubicación del cableado. Se coloca los equipos en un área de poco tránsito para que los cables molesten lo menos posible.
- ✓ *UBICACIÓN DEL EQUIPO*. El equipo será instalado sobre una superficie que soporte al menos 170 kg (375 lbs) por cada uno de los conmutadores utilizados, adicionalmente debe encontrarse a una distancia menor a 2 m de la toma de energía eléctrica.
- ✓ *REQUERIMIENTOS DE SEPARACIÓN*. Para facilitar el mantenimiento, acceso a los cables y una apropiada ventilación, es recomendable que los *racks* cuenten con un área de trabajo libre en la parte posterior y frontal de 82 cm respectivamente, de los equipos y paneles de telecomunicaciones; esta distancia mínima será medida desde la superficie más salida del *rack*. Un perímetro de 3 m debe ser libre de fuentes de radiación electromagnética.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Para asegurarse que el equipo funcione dentro de los rangos apropiados de temperatura, se debe tener en cuenta las características de consumo de potencia y disipación de calor que especifica el fabricante para el equipo a utilizarse, así como también las normas vigentes:

- ✓ *INMUNIDAD*. EN-50082-1¹.

- ✓ *SEGURIDAD*. IEC 950.

- ✓ *CLIMA*. Las 24 horas del día, los 365 días al año se debe controlar la temperatura entre 18 y 24 grados centígrados, con una humedad relativa entre 30 y 55% y con un cambio de aire por hora.

2.3.7. DIMENSIONAMIENTO DEL CONMUTADOR

Cada nodo que conforma la red estará equipado con conmutadores IBM N Ways 8265 para el tráfico entre nodos y conmutadores IBM N ways 8260 para acceso de usuario. La implementación de la red se realizará por etapas, una fase inicial corresponderá a la instalación de la capacidad requerida para proveer servicio a los posibles clientes del primer mes, y luego se realizarán inversiones mensuales adicionales para dar servicio a los nuevos clientes; de este modo no se desperdician recursos por tarjetas instaladas y que no se usen. La capacidad de la fibra óptica instalada entre nodos si será la capacidad total esperada en los 10 años, pues no resulta conveniente instalar cables de fibra óptica de pocos pares y luego instalar cables de fibra adicionales. Para la fase inicial se considera que durante el primer año existirá un incremento proporcional cada mes, es decir que si

¹ Norma referente a inmunidad residencial, comercial e iluminación industrial

al final del primer año se espera tener 1084 clientes, mes a mes se tendrá aproximadamente 91 nuevos usuarios, que corresponden a un 8,4% de la capacidad necesaria para el primer año.

2.3.7.1. Módulos de alta velocidad

Para la interconexión entre nodos se utilizarán interfaces NNI soportadas por los módulos de 622 Mbps (OC-12), que son tarjetas de alta velocidad que alcanzan hasta 20 km de distancia con fibras monomodo, y que se detallan en el Anexo E.

Con los datos del tráfico intercambiado entre nodos de la tabla 2.6, se realiza el cálculo de las tarjetas de alta velocidad requeridas para el nodo 1, que consta del tráfico que el nodo 1 envía al nodo 2 más el que recibe del mismo; y por otro lado el tráfico que el nodo 1 envía al nodo 3 más el que recibe del mismo. Del valor antes mencionado solamente se considera el 8,4% para la implementación en la fase inicial, ya que hacerlo con el 100% sería un desperdicio de recursos que encarecería el servicio.

Con estas consideraciones las tarjetas de alta velocidad del nodo 1 serán:

$$\#tarj. OC-12 = (\text{tráf. 1-2} + \text{tráf. 2-1}) * 0.084 / 622 + (\text{tráf. 1-3} + \text{tráf. 3-1}) * 0.084 / 622$$

$$= (2508 + 907,5) * 0.084 / 622 + (2508 + 456,5) * 0.084 / 622$$

$$= 0.47 + 0.40$$

$$= 1 + 1 = 2 \text{ tarjetas}$$

Para los otros nodos se realiza similar procedimiento, obteniéndose los resultados que se observan en la tabla 2.7.

NODO	# TARJETAS
1	2
2	2
3	2

Tabla 2.7. Tarjetas 1 puerto OC-12.

2.3.7.2. Módulos de interconexión a usuario

Para la interconexión entre el nodo y el usuario final o cliente, se utilizará interfaces UNI soportados por los módulos flexibles de 4 puertos de 155 Mbps (OC-3) detallados en el Anexo E. La cantidad de tarjetas de usuario es igual a la cantidad de usuarios dividido para 4, pues cada tarjeta tiene 4 puertos OC-3. Para la fase inicial se considera el 8,4% de porcentaje para la implementación inicial anteriormente indicado, teniéndose para el caso del nodo 1 la siguiente cantidad:

$$\#tarj. OC-3 = (of. matrices + of. sucursales) * 0.084 / 4$$

$$= (702 + 2107) * 0.084 / 4$$

$$= 58.98 = 59 \text{ tarjetas}$$

El ancho de banda requerido se puede configurar por software, de modo que los módulos sirvan tanto para brindar acceso a las oficinas matrices (5 Mbps) como

también a las oficinas sucursales (2 Mbps). En un inicio los módulos se configuran con el ancho de banda estimado (5 y 2 Mbps), pero pueden ser utilizados para dar servicios de banda ancha si son requeridos.

Las tarjetas de usuario necesarias para todos los nodos se resumen en la tabla 2.8.

<i>NODO</i>	<i># TARJETAS</i>
<i>1</i>	59
<i>2</i>	22
<i>3</i>	11

Tabla 2.8. Tarjetas de 4 puertos OC-3.

2.3.7.3. Conmutadores IBM Nways 8265 y 8260

Conociendo el número de puertos que se requieren para tarjetas de alta velocidad y para tarjetas de baja velocidad, es posible determinar los conmutadores de mediana y alta capacidad que se requieren en cada nodo.

Como se detalla en el Anexo E, en cada conmutador existen 13 *slots* libres para la instalación de módulos o tarjetas ATM. En los conmutadores de mediana y alta capacidad se utilizará un *slot*, para una tarjeta de 622 Mbps que permita su interconexión.

Como se tiene, para el caso del nodo 1, 59 tarjetas de interconexión a usuario, que equivalen a 59 *slots*; entonces se necesitará de la siguiente cantidad de conmutadores IBM Nways 8260:

$$\#IBM \text{ Nways } 8260 = (\text{tarjetas de interconexión a usuario}) / 12$$

$$= (59) / 12$$

$$= 4.92 = 5 \text{ conmutadores } 8260$$

La división se realiza para 12 ya que es el número de *slots* que se utilizarán para acceso de usuario, dejando un *slot* libre para la tarjeta que permita conectar el IBM N Ways 8260 con el IBM N Ways 8265 que es el conmutador de alta capacidad.

Para saber cuántos conmutadores de alta capacidad se requieren, se toma en cuenta las tarjetas de alta velocidad requeridas y las tarjetas de interconexión entre conmutadores de alta y mediana capacidad, estas tarjetas como se dijo serán tarjetas de un puerto OC-12 de interface NNI. Para el caso del nodo 1 se tendrá 5 conmutadores IBM N Ways 8260 que se conectarán con tarjetas OC-12 con el conmutador de alta capacidad. Estas tarjetas disponen de 1 puerto; por ende, se necesitarán 5 tarjetas OC-12 en el conmutador de alta capacidad. Así para el nodo 1 se requieren los siguientes IBM N Ways 8265:

$$\#IBM \text{ Nways } 8265 = (\text{tarjetas de alta velocidad} + \text{tarjetas OC-12 para } 8260) / 13$$

$$= (2 + 5) / 13$$

$$= 0.54 = 1 \text{ conmutador } 8265$$

En la tabla 2.9 se indica los conmutadores requeridos para todos los nodos:

<i>NODO</i>	<i>Nways 8260</i>	<i>Nways 8265</i>
1	5	1
2	2	1
3	1	1

Tabla 2.9. Conmutadores IBM N Ways.

Las tarjetas OC-12 requeridas para la interconexión de los conmutadores 8260 con el 8265 se resumen en la tabla 2.10

<i>NODO</i>	<i># TARJETAS</i>
1	5
2	2
3	1

Tabla 2.10. Tarjetas OC-12.

2.3.7.5. Módulos A-CPSW y de control

Las tarjetas A-CPSW son aquellas que operan el funcionamiento del conmutador y administran la matriz de conmutación; por otro lado, las tarjetas de control operan las fuentes de poder y ventilación. Como se indica en el Anexo E, y en los requisitos de redundancia que se deben cumplir, en cada uno de los conmutadores de mediana o alta capacidad, se requieren 2 tarjetas A-CPSW y 2 tarjetas de control.

Resumiendo las tarjetas requeridas en los tres nodos son las que se indican en la tabla 2.11.

NODO	A-CPSW	CONTROL
1	12	12
2	6	6
3	4	4

Tabla 2.11. Tarjetas A-CPSW y de control.

2.3.7.6. Equipamiento adicional

Para el normal desempeño y administración de la red, se necesitan de varias herramientas, por lo general de software, que permiten tener un control total de la red y todos sus parámetros.

Los conmutadores se configuran y administran por el puerto de consola o por el puerto Ethernet asociado a la tarjeta A-CPSW. Para la configuración o monitoreo se puede acceder por una sesión de Terminal o de Telnet. Pero existen herramientas mucho más complejas que permiten mayor cantidad de opciones de monitoreo, una de ellas especialmente diseñada para estos conmutadores y que se usará en el presente estudio es el software *IBM N Ways Campus Manager ATM*, que al emplear el estándar MIB del foro ATM permite descubrir automáticamente todo el equipo ATM añadido a la red. Adicionalmente tiene una ventaja de diagnóstico llamada *FaultBuster* que es una herramienta inteligente que permite tener una representación gráfica de la red y de los problemas que tiene, posibles fallas en los equipos ATM y administración de la base de datos de diagnóstico de fallas.

El software antes mencionado corre bajo *IBM NetView for AIX*, que si bien no es primordial para configurar y monitorear los conmutadores, si es altamente recomendable.

2.3.7.7. Resumen de equipos y tarjetas

En las tablas anteriores se ha indicado el equipo necesario para implementar la red en su primera etapa de operación. En la tabla 2.12 se realiza un resumen completo de los equipos requeridos en la instalación de cada uno de los nodos.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	NODO 1	NODO 2	NODO 3
Switch IBM Nways 8265	1	1	1
Switch IBM Nways 8260	5	2	1
Módulo A-CPSW	12	6	4
Módulo controlador	12	6	4
Fuente de poder	24	12	8
Módulo 1 puerto OC-12 622 Mbps	7	4	3
Módulo 4 puertos OC-3 155 Mbps	59	22	11

Tabla 2.12. Resumen conmutadores y tarjetas.

2.3.7.8. Fibra óptica para conexión de nodos

Para llevar el tráfico entre nodos se utilizará fibra óptica como medio de transporte. Según las especificaciones de las tarjetas OC-12 de 622 Mbps que se utilizarán, la fibra óptica que debe emplearse para alcanzar distancias de hasta 20 km será una fibra monomodo (SMF, *Single Mode Fiber*) de 17.5 dBm de potencia óptica máxima soportada, de 8.3/125 micrones para interconexión puerto a puerto entre nodos.

Para la interconexión de nodos se tendrá que usar un par de fibras por cada tarjeta OC-12 requerida, debido a que la fibra es unidireccional pero el tráfico entre nodos es bidireccional. En la tabla 2.6, se resume el tráfico total entre nodos al cabo de los 10 años, con lo que se puede saber cuántos pares de fibra se necesitan para la conexión entre nodos.

En el caso de la interconexión entre el nodo 1 y el nodo 2, se tendrá que el tráfico desde el nodo 1 hacia el nodo 2 dividido para 622 Mbps que es la capacidad de la tarjeta OC-12, corresponde al número de pares de fibra que se requieren en esa dirección de tráfico, y el tráfico del nodo 2 hacia el nodo 1 dividido para 622 Mbps, corresponderá al número de pares de fibra requeridos en ese sentido de tráfico. Ambos valores sumados corresponden al total de pares de fibra requeridos para la conexión entre los nodos 1 y 2.

Adicionalmente se reservan 3 pares de fibra (6 fibras) para futuras ampliaciones y para cumplir con los objetivos de redundancia antes descritos; con todas estas consideraciones se instalará el número de pares de fibra óptica monomodo con recubrimiento de PVC que se indica en la tabla 2.13.

CONEXIÓN DE NODOS	1-2	1-3	2-3
# pares de fibra óptica	10	9	6

Tabla 2.13. Pares de fibras ópticas entre nodos.

En el mercado se encuentran disponibles cables de 12 pares, 6 pares, 4 pares y 2 pares. Para el presente requerimiento se utilizarán fibras de 12 pares entre los nodos 1-2 y 1-3, y fibra de 6 pares para el caso de los nodos 2-3.

Extendiendo la zona de cobertura de la zonificación de la tabla 2.1, y considerando para el diseño que la longitud de cable de fibra óptica requerido será la distancia en línea recta que separa los nodos. Como se observa en la ilustración 2.9, para conectar los nodos 1-2 se requieren 12 km, los nodos 1-3 se requieren 10 km y entre los nodos 2-3 se requieren 13 km.

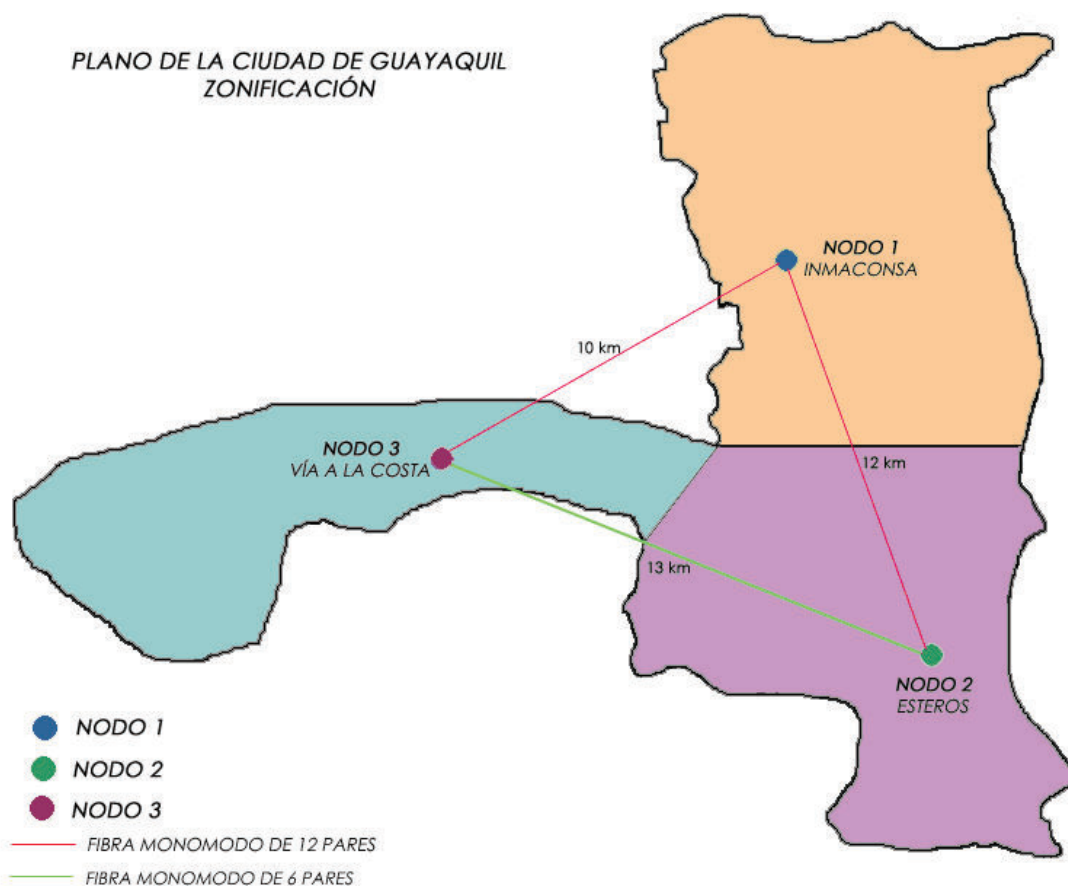


Ilustración 2.9. Ubicación de nodos para la Red ATM.

Considerando las distancias requeridas y la tabla 2.13, se determina que se necesitan en total las cantidades de fibra monomodo multipar que se indica en la tabla 2.14.

<i>Descripción</i>	<i>km</i>
Fibra monomodo de 12 pares	22
Fibra monomodo de 6 pares	13

Tabla 2.14. Cantidad de fibra óptica requerida entre nodos.

CAPÍTULO 3

PLAN DE NEGOCIO

3.1. GENERALIDADES

Para implementar una red, el inversionista lo que busca es rentabilidad en el menor tiempo posible y con el mayor margen de ganancia. Sin ganancias, las empresas no sobreviven.

Para determinar qué margen de rentabilidad se tendrá y en qué tiempo, es necesario establecer cuáles serán los costos de implementación, instalación, operación y lo que se cobrará por prestación de servicios, para así poder establecer una relación entre lo gastado y lo recuperado.

El plan de negocio consta del análisis de costos y recuperación de la inversión. Se usa para analizar, evaluar y presentar el proyecto como una solución factible y rentable, de modo que el inversionista tenga interés en la propuesta y la misma pueda ejecutarse.

El plan consta de varios puntos que deben ser tomados en cuenta, cada uno de ellos se detallan a continuación, éstos permiten establecer el tiempo y condiciones para recuperar la inversión inicial.

3.2. RECURSOS E INVERSIONES

Se presentan todos los recursos técnicos, humanos y económicos requeridos para implementar el proyecto. Los recursos requeridos difieren según las características de cada proyecto; para este caso se requieren los siguientes:

- ✓ Instalaciones o infraestructura física.
- ✓ Contratación de personal.

- ✓ Muebles y equipos de oficina.
- ✓ Equipos de conmutación.
- ✓ Fibra óptica.
- ✓ Instalación y configuración de equipos y fibra óptica.
- ✓ Inscripciones, registros y licencias.
- ✓ Capacitación y entrenamiento.
- ✓ Publicidad y promoción.
- ✓ Capital de trabajo.

3.2.1. INSTALACIONES O INFRAESTRUCTURA FÍSICA

Se requieren instalaciones físicas en las que opere la red, la ubicación de la oficina central se la realizará en el nodo 1 que es el de mayor concentración de tráfico, aquí se ubicarán los equipos de conmutación, el equipo de administración de red y las oficinas para el personal tanto en la parte técnica como administrativa de la empresa. En los otros nodos existirá una sala para el equipo de conmutación, una oficina para monitoreo y un baño.

En la matriz se ha previsto la existencia de una oficina para gerencia, una para el área técnica que será ubicada junto al área del conmutador, otra oficina para el departamento de ventas, otra oficina para contabilidad y una adicional para el área de recepción, adicionalmente las instalaciones constarán de una bodega y toda la infraestructura sanitaria, eléctrica y telefónica necesaria.

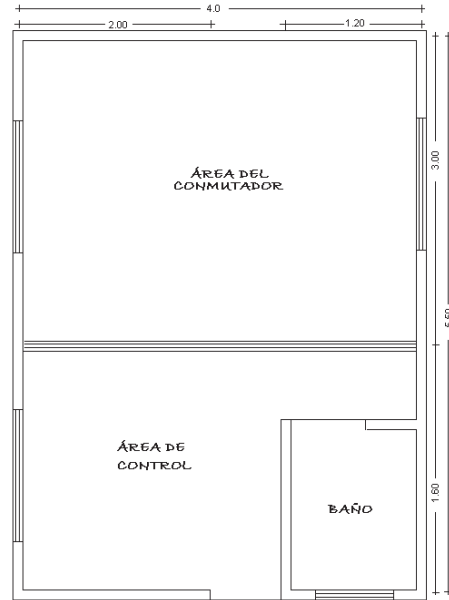


Ilustración 3.1. Instalaciones nodos secundarios.

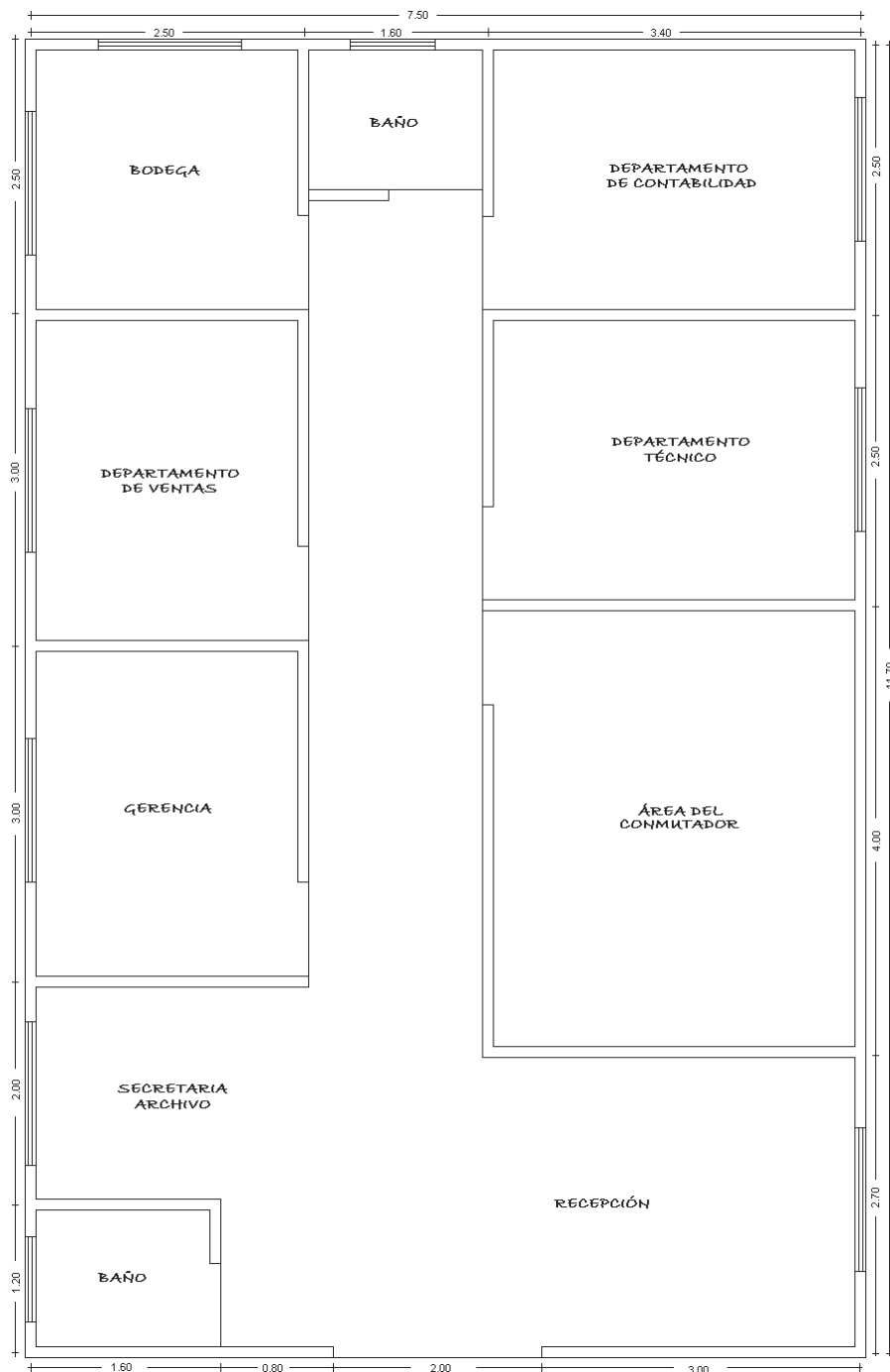


Ilustración 3.2. Instalaciones nodo central.

Las instalaciones de los nodos secundarios y de la matriz u oficina central que se prevén para el proyecto, tendrán la distribución y dimensiones indicadas en las ilustraciones 3.1 y 3.2 anteriormente presentadas.

La determinación de la cantidad de dinero requerida para adquirir los terrenos y construir las instalaciones antes descritas, se basa en el valor comercial actual de los predios en la ciudad, y en el costo por metro cuadrado de construcción.

Según el sector de la ciudad los terrenos oscilan entre un valor comercial de \$15,00 (quince dólares americanos) a \$35,00 (treinta y cinco dólares americanos) el metro cuadrado; para las tres instalaciones se requiere de un total de 160 m² de terreno, a un valor promedio de \$25,00 (veinte y cinco dólares americanos) por metro cuadrado se asciende a la suma de \$4.000,00 (cuatro mil dólares americanos) para su adquisición.

De igual manera dependiendo el sector de la ciudad y de los acabados, el metro cuadrado de construcción está avaluado entre \$300,00 (trescientos dólares americanos) y \$750,00 (setecientos cincuenta dólares americanos). Para la construcción de los tres nodos se requiere de \$65.875,00 (sesenta y cinco mil ochocientos setenta y cinco dólares americanos), a un valor promedio de \$500,00 (quinientos dólares americanos) el metro cuadrado de construcción.

	U.S. DOLARES
TERRENO	\$ 4,000.00
CONSTRUCCIÓN	\$ 65,875.00
TOTAL	\$ 69,875.00

Tabla 3.1. Gastos por infraestructura física.

Para la adquisición de los terrenos y la construcción en ellos de los respectivos nodos se requiere de un total de \$69.875,00 (sesenta y nueve mil ochocientos setenta y cinco dólares americanos) como se indica en la tabla 3.1.

3.2.2. CONTRATACIÓN DE PERSONAL

Para operar la red se requiere personal que esté calificado. En un inicio se contará con dos Ingenieros en Telecomunicaciones y dos técnicos instaladores para el área técnica, dos Ingenieros o Tecnólogos en Telecomunicaciones que se dediquen al

área de ventas, estos últimos deben conocer las capacidades de la red para así poder comercializar sus servicios. La secretaria y la recepcionista/telefonista deben tener conocimientos de inglés y computación con bachillerato afín. En la parte contable se requiere un contador titulado. La gerencia será ocupada por una persona evidentemente designada por el inversionista pero con experiencia en el ramo ya que será en gran medida el responsable por el crecimiento y expansión de la red.

El personal será elegido en base a concurso de merecimientos previa presentación de sus respectivas hojas de vida.

3.2.3. MUEBLES Y EQUIPO DE OFICINA

El mobiliario de las oficinas por practicidad y facilidad de instalación se realizará con muebles del tipo modular. Cada oficina constará en términos generales de un escritorio, gavetas, una silla giratoria y un estante para libros. Este tipo de muebles es de fácil instalación, mantenimiento, y pueden ser reubicados sin mayores complicaciones; adicionalmente, brindan una muy buena presentación.

Cada uno de los empleados tendrá a su disposición una computadora personal, una extensión telefónica con su respectivo aparato telefónico; adicionalmente se requerirá de dos impresoras de red.

Los equipos telefónicos serán marca Panasonic¹, para el equipo de computación se toma como referencia la marca Hewlett Packard debido a su prestigio. En ambos casos se cuenta con empresas representantes locales que brindan mantenimiento o reparación de ser el caso.

La cantidad de muebles y equipos de oficina requeridos, como también sus respectivos valores comerciales, se resumen en la tabla 3.2.

¹ Central telefónica y equipos afines

DESCRIPCIÓN	QTY.	US. DÓLARES
Central telefónica digital. (KX-TO500)	1	\$ 3.974,00
Teléfono ejecutivo manos libres. (KX-TF520)	14	\$ 2.982,00
Consola para operadora. (KX-T7542)	1	\$ 203,00
Correo de voz. (KX-TVP50)	1	\$ 898,00
Fax térmico con contestadora. (KX-FT25)	2	\$ 4.322,00
Computador personal P4, full multimedia.	10	\$ 14.000,00
Impresora de red. (HP laserJet 4100n)	2	\$ 3.100,00
Muebles de oficina (Escritorio, silla, gabetas, estante)	10	\$ 3.000,00
TOTAL		\$ 32.479,00

Tabla 3.2. Gastos en equipamiento de oficina.

3.2.4. EQUIPOS DE CONMUTACIÓN

Los equipos requeridos ya han sido descritos en la tabla 2.12, el costo por esos equipos asciende a la cantidad de \$1.045.907,20 (un millón cuarenta y cinco mil novecientos siete dólares americanos con veinte centavos); estos datos han sido obtenidos de la información facilitada por la empresa fabricante *IBM Company*¹, y se detallan en la tabla 3.3.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO	EXTENDIDO
Rack mount (APC Premium NetShelter 42U)	6	\$ 1.129,00	\$ 6.774,00
Chasis conmutador IBM Nways 8265.	3	\$ 28.273,00	\$ 84.819,00
Chasis conmutador IBM Nways 8260.	8	\$ 25.273,00	\$ 202.184,00
Módulo fuente de poder de 415W.	44	\$ 971,80	\$ 42.759,20
Módulo A-CPSW. (Matriz de conmutación)	22	\$ 7.225,00	\$ 158.950,00
Módulo controlador de ventilación.	22	\$ 1.343,00	\$ 29.546,00
Módulo 1 puerto OC-12. (622 Mbps)	14	\$ 6.725,00	\$ 47.075,00
Módulo 4 puertos OC-3. (155Mbps)	92	\$ 5.150,00	\$ 473.800,00
TOTAL			\$ 1'045.907,20

Tabla 3.3. Gastos por conmutadores.

3.2.5. FIBRA ÓPTICA

Para la interconexión de los nodos se requiere la adquisición de fibra óptica con las características descritas en el capítulo 2, el costo de la misma es de \$1.299,99 (mil

doscientos noventa y nueve dólares con noventa y nueve centavos americanos) los 300 m de fibra óptica de 12 pares, y \$499,99 (cuatrocientos noventa y nueve dólares con noventa y nueve centavos americanos)² los 300 m de fibra óptica de 6 pares. Para la distancia total que se requiere y consta en la tabla 2.14, se necesita una inversión equivalente a \$116.998,83 (ciento dieciseis mil novecientos noventa y ocho dólares con ochenta y tres centavos americanos) que se detalla en la tabla 3.4.

DESCRIPCIÓN	km	VALOR
Fibra monomodo de 12 pares	22	\$ 95.332,60
Fibra monomodo de 6 pares	13	\$ 21.666,23
TOTAL		\$ 116.998,83

Tabla 3.4. Gastos por fibra óptica monomodo.

El valor de los equipos que se ha detallado en las tablas 3.3 y 3.4, corresponde al costo FOB Miami del equipo, por ello se deberá añadir un 30%³ del valor del mismo como se indica en la tabla 3.5; este valor corresponde a los rubros de transporte, nacionalización y homologación de los equipos para que puedan operar legalmente en el país.

DESCRIPCIÓN	VALOR
<i>Equipo de conmutación.</i>	\$ 1'045.907,20
<i>Fibra óptica monomodo.</i>	\$ 116.998,83
<i>30% adicional.</i>	\$ 348.871,81
TOTAL	\$ 1'511.777,84

Tabla 3.5. Costos de equipo en el país.

De la tabla anterior se deduce que se necesitará una cantidad de \$1.511.777,84 (un millón quinientos once mil setecientos setenta y siete dólares con ochenta y cuatro centavos americanos), para tener los equipos en el país, legalizados y homologados para su operación inmediata.

¹ Compañía fabricante de conmutadores Nways.

² Precio comercial en SIECOR fabricante de productos de fibra óptica.

³ Dato proporcionado por un agente afianzado.

3.2.6. INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS Y FIBRA ÓPTICA

Cuando se adquieren los equipos de conmutación y la cantidad de fibra óptica requerida, la empresa vendedora factura adicionalmente el 8%¹ del monto total FOB Miami correspondiente a los equipos y fibra óptica, como costo por instalación y configuración de los mismos. En el caso en estudio este rubro asciende a la cantidad de \$93.032,48 (noventa y tres mil treinta y dos dólares con cuarenta y ocho centavos americanos).

3.2.7. INSCRIPCIONES, REGISTROS Y LICENCIAS

De acuerdo a la Constitución Política de la República del Ecuador para poder operar una red en el país se requiere un contrato de concesión de servicios, celebrado con la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

Como lo establece el Artículo 7, del Capítulo II, de la Resolución No.388-14-Conatel-2001, publicada en el Registro Oficial No. 426-2001-10-04, la duración de la concesión tendrá un plazo máximo de 15 años, renovable por igual período de tiempo a solicitud escrita del concesionario a 5 años plazo de la fecha de vencimiento de la concesión y sujeta al reglamento pertinente.

En el Artículo 12 del Reglamento² para la prestación de servicios portadores se establece que el solicitante de una concesión deberá presentar la siguiente información dirigida a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones:

- ✓ Identificación y generales de ley del solicitante, en caso de que el solicitante sea una persona jurídica presentará la escritura de constitución y nombramiento del representante legal;

- ✓ Descripción del servicio propuesto;

¹ Dato proporcionado por Micronex Telecomunicaciones.

² Resolución No. 388-14-Conatel-2001, Capítulo III.

- ✓ Proyecto técnico que describa la topología de la red, sus elementos, equipos, su localización geográfica y la demostración de su capacidad;
- ✓ Plan mínimo de inversiones;
- ✓ La identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios;
- ✓ Determinación de los puntos de interconexión requeridos;
- ✓ Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas; y,
- ✓ En caso de solicitudes para renovación de títulos habilitantes deberá acompañarse una certificación de cumplimiento del objeto del contrato, de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones.

El valor para la concesión será establecido por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones ya que se trata de una concesión directa; sin embargo, para el caso de empresas portadoras (*carriers*), la concesión está dividida en dos partes. La primera consta de un valor fijo único de \$250.000,00 (doscientos cincuenta mil dólares americanos) por derecho de concesión; y, la segunda parte consta de un valor variable equivalente al 6% de la facturación bruta anual que perciba el concesionario.

Adicionalmente se establece en el Artículo 17¹, que si para la construcción de la red pública de telecomunicaciones para prestar servicios portadores, se requiere hacer uso de bienes públicos, será completa responsabilidad del concesionario tramitar los permisos respectivos para la imposición de servidumbres en las

¹ Resolución No. 388-14-Conatel-2001, Capítulo III.

Municipalidades y demás organismos involucrados, los requisitos para dichos permisos se detallan en el Anexo D.

3.2.8. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Al tratarse de una red diseñada pero no implementada, se debe empezar por la compra, instalación y configuración de los equipos; para estos casos es preferible que el personal técnico, que será el encargado de su funcionamiento, sea capacitado y preferentemente participe en el proceso de instalación y configuración como parte de su capacitación. Esto se debe a que no existe mejor capacitación que la práctica y que al conocer la red en su totalidad se puede brindar un mejor servicio a los clientes.

En el contrato de compra-venta de equipos se prevé, como norma general, una cláusula en la que se especifica un curso de capacitación para el personal. La capacitación se dictará por personal calificado enviado por la empresa fabricante o proveedora del conmutador.

En el caso de *IBM Company* dictan los cursos de entrenamiento con una duración de dos semanas por un costo de \$6.200,00 (seis mil doscientos dólares americanos) por persona, para capacitar a los Ingenieros de los departamentos de ventas y técnico se requiere cancelar la cantidad de \$24.800,00 (veinte y cuatro mil ochocientos dólares americanos).

3.2.9. PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN

Para poder competir en el mercado de servicios de conmutación con las demás empresas existentes, es necesario realizar una agresiva campaña de publicidad y promoción que permita alcanzar la preferencia de los usuarios, esta campaña se la encargará a una empresa publicitaria competente.

Se destinará la cantidad de \$150.000,00¹ (ciento cincuenta mil dólares americanos) para realizar anuncios de prensa, radio y televisión.

3.2.10. CAPITAL DE TRABAJO

Mientras se capte clientes, y se recupere la inversión se debe tener cierto capital para poder cubrir los sueldos del personal y demás gastos inevitables, como pago de servicios básicos y prestaciones sociales, equivalentes al 60% de los sueldos. Se ha realizado la siguiente distribución de responsabilidades y sueldos asignados al personal que operará y administrará la red.

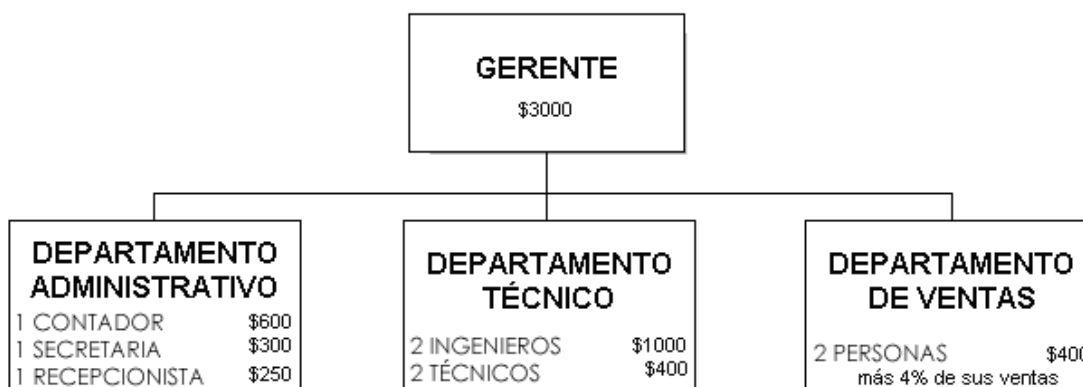


Ilustración 3.3. Organigrama de personal.

Se considera un tiempo de 12 meses como mínimo para calcular el capital de trabajo necesario; es así, que se requiere de un total de \$93.000,00 (noventa y tres mil dólares americanos) para cubrir los gastos de sueldos en ese período.

DESCRIPCIÓN	COSTO
Sueldos	\$ 93.000,00
Prestaciones sociales	\$ 55.800,00
Gastos varios (servicios básicos, movilizaciones)	\$ 20.000,00
COSTOS OPERATIVOS PRIMER AÑO	\$ 168.800,00

Tabla 3.6. Resumen capital de trabajo para el primer año.

¹ Dato proporcionado por El Comercio S.A.

3.3. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Lo que se persigue es demostrar que la inversión que se realice para la implementación de la red, va a tener resultados financieros positivos; es decir, que va a ser un proyecto económicamente rentable.

Para determinar la rentabilidad del proyecto, se hace un análisis comparativo de lo que se gasta con lo que se vende, entendiéndose como gasto todo aquello que significa egreso de capital; y, por venta todo aquello que significa ingreso de capital debido a los recursos generados por los servicios de conmutación prestados a los clientes.

3.3.1. GASTOS

Los gastos que se proyectan para iniciar el proceso de funcionamiento de la red han sido detallados en los puntos anteriores, en la tabla 3.7 se resumen las necesidades y sus respectivos rubros.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Infraestructura física	69.875,00
Muebles y equipos de oficina	32.479,00
Equipos de conmutación y fibra óptica	1'511.777,84
Instalación y configuración	93.032,48
Inscripciones, registros y licencias	250.000,00
Capacitación y entrenamiento	24.800,00
Publicidad y promoción	150.000,00
Capital de trabajo	168.800,00
TOTAL	\$ 2'300.764,32

Tabla 3.7. Resumen de gastos.

La inversión inicial será de \$2.300.764,32 (dos millones trescientos mil setecientos sesenta y cuatro dólares con treinta y dos centavos americanos).

Luego de la inversión inicial se requiere realizar futuras inversiones para adquirir nuevos equipos que permitan la expansión de la red y que la misma cumpla con los

requerimientos de ancho de banda de los nuevos clientes. El 13%¹ del valor de la inversión inicial, será lo que se requiera como inversión anual adicional para expansión de la red. Este monto asciende a la suma de \$299.099,36 (doscientos noventa y nueve mil noventa y nueve dólares con treinta y seis centavos americanos), que deberán ser gastos a realizarse durante el primer año.

A partir del segundo año se deben pagar costos por mantenimiento del equipo, ya que los proveedores de equipamiento ofrecen por lo general un año de garantía. Como costos de mantenimiento por el equipo se asigna un 6% del valor comercial del equipo, este monto asciende a la suma de \$90.706,67 (noventa mil setecientos seis dólares con sesenta y siete centavos americanos). En el segundo año también se debe tomar en cuenta los gastos generados por la instalación y configuración del nuevo equipo, cantidad que equivale a \$23.927,95 (veinte y tres mil novecientos veinte y siete dólares con noventa y cinco centavos americanos).

3.3.2. VENTAS

Las ventas equivalen a los ingresos por los servicios prestados a los clientes, es decir equivale al costo que se debe cobrar por la prestación de los servicios. Ese costo debe ser competitivo con servicios de similares características de empresas que operen legalmente en el país, pero también debe ser un costo que permita obtener ganancia sobre el valor de la inversión en un tiempo razonable.

La manera de comercializar el servicio es arrendando ancho de banda para acceso a la red o también conocido como servicio de última milla; aquí se incluye el costo por renta de equipos, y los servicios de conmutación local, nacional o internacional.

Los valores por arrendamiento de ancho de banda han sido establecidos teniendo como referencia los precios que cobran las empresas portadoras que legalmente operan en el país.

¹ Referirse a la página 52 de este proyecto de titulación

El acceso de última milla previsto para el dimensionamiento de la red, es de 2 Mbps para oficinas sucursales y 5 Mbps para oficinas matrices. Los precios a cobrarse por dichas capacidades son de \$1.000,00 (mil dólares americanos) y \$2.000,00¹ (dos mil dólares americanos) respectivamente; los valores indicados son excluidos de sus respectivos impuestos, por ende constituyen el ingreso neto por prestación de servicios y alquiler de equipos terminales.

3.4. PERÍODO DE RECUPERACIÓN

El período de recuperación también denominado *payback*, indica el tiempo en meses o años, que se demora en recuperar la inversión en base de la ganancia que se genera.

Para determinar la viabilidad o no del proyecto se usará el diagrama de flujo de caja para un período de tres años, ya que es un proyecto relacionado con tecnología^[4],

Al final del primer año se tendrá como egreso la inversión inicial, la inversión en equipo para nuevos clientes y el correspondiente valor por instalación y configuración del nuevo equipo, los valores se encuentran detallados en la tabla 3.8.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Inversión inicial	\$ 2'300.764,32
Inversión para clientes nuevos	\$ 299.099,36
Mantenimiento equipo nuevo (8% valor equipos)	\$ 23.927,95
TOTAL	\$ 2'623.791,63

Tabla 3.8. Total inversión al primer año.

Los gastos operativos se van incrementando en el 13% debido al crecimiento de clientes. Con estos datos el diagrama de flujo de caja se indica en la ilustración 3.4.

¹ Dato proporcionado por Access-Ram Megadatos

Se considera una tasa de descuento del 26%, compuesta por el 18% correspondiente a la tasa de interés activa vigente en el mercado, un 6% de margen de riesgo y el 2% como margen de utilidad.

Con la tasa de descuento indicada y del diagrama de flujo de caja de la ilustración 3.4, se determina el valor presente de la inversión.

$$V_P = 14'438.274,24 \text{ dólares}$$

Para determinar si es viable o no el proyecto se debe obtener el V_{AN} (valor actual neto), que se obtiene de la suma de la inversión con el flujo de caja neto (ingresos totales menos egresos totales) para el período de tiempo en que se analiza.

$$V_{AN} = 9'513.691 \text{ dólares}$$

Si el V_{AN} es mayor que cero entonces el proyecto es viable, que es el resultado para el presente proyecto.

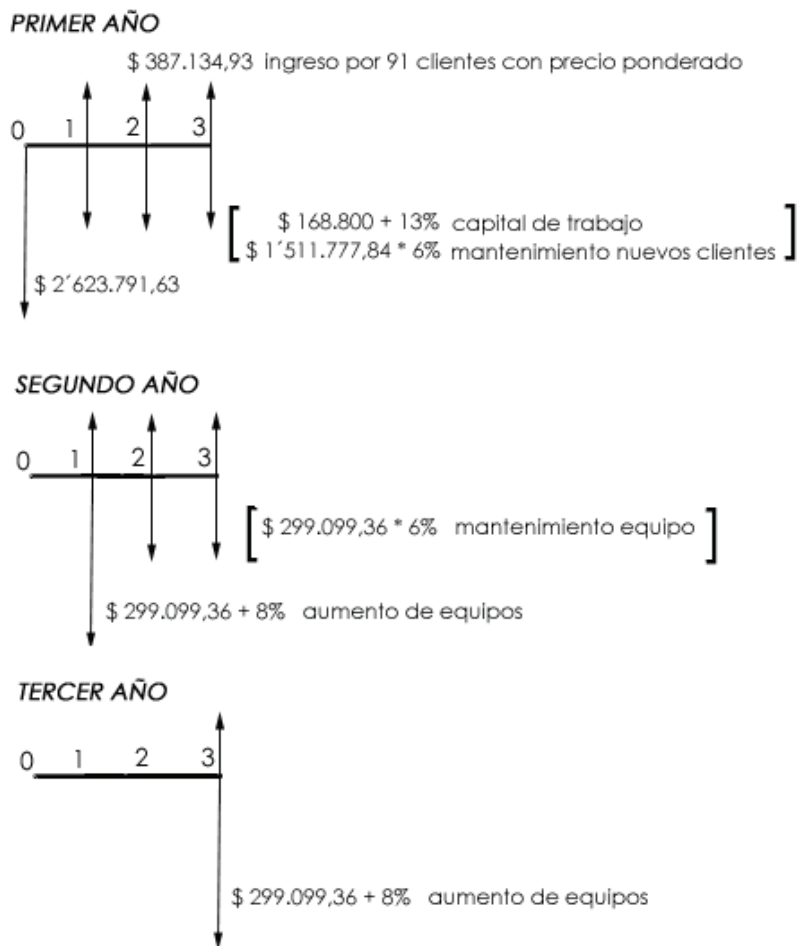


Ilustración 3.4. Diagrama de flujo de caja.

Con estos resultados se determina el TIR (tasa interna de retorno), que nos indica el porcentaje con el que recuperamos la inversión.

$$\text{TIR} = 93.46\%$$

Del flujo de caja se obtiene que el flujo neto para el primer año es de \$1'192.118,45 dólares americanos, aplicando el TIR se determina que la inversión se recupera en un período aproximado de un año con 3 meses.

Adicionalmente para determinar si el valor que se cobrará por los servicios prestados es adecuado, lo comparamos con el precio ponderado que se obtiene al aplicar la fórmula:

$$P = C_F + C_V + T_D * (C_F + C_V)$$

Donde:

P	precio ponderado;
$C_F=168.000$	costos fijos, se tenga o no clientes;
$C_V=3'491.992,32$	costos variables, equipos para nuevos clientes;
$T_D=26\%$	tasa de descuento.

El precio ponderado obtenido es \$ 4254.23 (cuatro mil doscientos cincuenta y cuatro dólares con veinte y tres centavos americanos) por cliente. Para el presente estudio se considera que cada cliente tiene una matriz y 3 sucursales, por ello el precio ponderado promedio para cada matriz o sucursal será el precio ponderado dividido para cuatro.

$$P_{\text{promedio}} = 1.063,56 \text{ dólares}$$

El precio promedio es menor al precio promedio establecido de \$ 2.750,00 (dos mil setecientos cincuenta dólares americanos), que se conforma por una matriz a un precio de \$ 5.000,00 y tres sucursales a \$ 2.000,00 cada una. El que el precio promedio estimado sea mayor al precio promedio calculado, indica que ese valor es adecuado.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

ATM brinda la posibilidad de integrar diversos tipos de tráfico sobre un mismo *backbone*, asignar de manera dinámica y flexible el ancho de banda, optimizar la relación entre capacidad y latencia, y también la posibilidad de mejorar la relación entre la velocidad pico de las fuentes y la velocidad del enlace (fuentes multiplexadas). La posibilidad de soportar diversos tipos de servicios sobre el mismo *backbone* de manera simultánea, hace que ATM reduzca los costos de implementación de la red, ya que no se requieren diferentes redes para las distintas clases de servicio que se desee implementar.

La característica de ATM de transmitir celdas de longitud fija y pequeña, hace que las redes basadas en esta tecnología, mantengan tiempos de retardo mínimos, y que aplicaciones sensibles a retardos no se vean afectadas, garantizando mayor calidad de servicio.

Es posible utilizar la red para brindar servicios de telefonía, *broadcast* de televisión o acceso a Internet, aplicaciones que son altamente demandadas por la población en general, para ello se debería aumentar el tamaño de la red y llegar con los nodos colectores hacia los usuarios residenciales, brindando a los ciudadanos acceso a servicios tecnológicos que en la actualidad se limitan a empresas que tienen grandes recursos.

La red ATM diseñada consta de tres nodos principales, interconectados formando el *backbone*, que dependiendo los requerimientos de clientes, debe crecer hacia nodos secundarios o colectores para equilibrar la carga y brindar mayor cobertura. Al aumentar el tamaño de la red se está brindando mayor redundancia y capacidad de ancho de banda, pues en caso de fallas o rotura de fibras, existirán caminos alternos para el transporte de la información.

El diseño propuesto permite gran flexibilidad para la integración de usuarios con necesidades distintas, y puede ser fácilmente reestructurado en cuanto a capacidad requerida sin necesidad de cambiar el equipo de acceso. Brinda facilidades de administración, control y operación que permiten desde un solo sitio central, controlar todos los equipos de la red e incluso las conexiones con el usuario. Esto permite que los encargados de brindar soporte, respondan inmediatamente frente a una falla, pues la misma se ve reflejada en el equipo de administración en el instante exacto que ocurre, para el cliente esta respuesta inmediata se ve reflejada en mínimos tiempos fuera de servicio.

Se puede usar el diseño para aplicarlo en redes similares para otras ciudades que tengan sectores comerciales, industriales o financieros importantes.

Se utilizó el sector industrial de la ciudad, ya que es uno de los principales sectores económicos por ello poseen recursos y utilizan recursos de comunicación para sus actividades diarias.

El resultado del estudio de factibilidad muestra que se trata de un proyecto viable y sumamente atractivo para la inversión, además la rápida migración de la gran mayoría de aplicaciones y protocolos a trabajar sobre plataformas ATM o mejor aún a servicios nativos ATM, impulsaría a realizar una implementación inicial mucho mayor, abarcando nodos colectores en las áreas del sector comercial y financiero

de la ciudad, que son sectores que demandan también servicios de tecnología y servicio de gran capacidad y confiabilidad.

El análisis de la recuperación de la inversión indica que es posible reducir las tarifas por los servicios prestados, de modo que la red diseñada tenga ventajas comerciales sobre las redes existentes. De esta manera el cliente se verá más atraído a utilizar esta plataforma para sus actividades.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda una campaña de información a nivel generalizado, ya que la gran mayoría de la población desconoce las ventajas de contar con una red de altas prestaciones y los beneficios que se obtienen al hacer uso de aplicaciones que requieren grandes anchos de banda.

Recomendable es también crear una red ATM, que conecte las universidades y centros de estudio con las redes públicas, para brindar remotamente a los estudiantes, los recursos que los centros de educación pueden ofrecer, incluso se podría establecer aulas para clases virtuales basadas en la capacidad de ATM de llevar tráfico de videoconferencia o vídeo en tiempo real.

A las empresas portadoras que operan en el país se les recomendaría migrar sus plataformas de comunicación a ATM, ya que muy pronto se quedarán cortos en cuanto a capacidad para manejar la gran cantidad de información de gran ancho de banda que los usuarios, cada vez en mayor número, requerirán.

Para mejorar el servicio que se pueda dar con la red ATM propuesta, se recomienda realizar otro estudio para determinar una nueva topología, distribución

y utilización de equipos, y comparar cual de las dos opciones puede brindar mejor servicio con costos inferiores.

Otra recomendación sería realizar el estudio para la ampliación de los nodos colectores y sus respectivas interconexiones con el *backbone* propuesto, esto permitiría llegar a más clientes con mejor servicio, y al ampliar el servicio se estaría en posibilidad de reducir tarifas, pues se cuenta con mayor número de usuarios.

Se sugiere realizar un estudio de acceso al *backbone* propuesto, de modo que dicho estudio se considere como el acceso de última milla, puede ser acceso sobre una plataforma SDH basada en microonda.

Si se extiende la implementación del diseño hacia otras ciudades, se recomienda realizar un estudio para la interconexión de todas las redes de área metropolitana que se implementen, para integrar las comunicaciones a nivel nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS ESCRITAS

- [1] ANSI/IEEE Std 802.6, 1994, IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks – Specific requirements, LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society. 1994.
- [2] ATM Forum Technical Committee, Native ATM Service: Semantic Description Version 1. ATM Forum Document af-saa-0048.000, Feb. 1996
- [3] B-ISDN, ATM Adaptation Layer Service. Specific Connection Oriented Protocol (SSCOP) Q.2110, ITU-T. Mar.1994
- [4] BOLFON, Steven, Administración Financiera. Limusa, México. 1999.
- [5] CABLETRON SYSTEMS, ATM Technology Guide, Cabletron Systems. February 1997.
- [6] CÁCERES, Ramón, Efficiency of Asynchronous Transfer Mode Networks in Transporting Wide-Area Data Traffic.
- [7] GÓMEZ. G., Mario M., Sistemas de Comunicaciones. Arquitectura de switches ATM. 2001.
- [8] IBM Corporation, International Technical Support Corporation, Asynchronous Transfer Mode (ATM). October 1995.
- [9] IBM Corporation, International Technical Support Corporation, ATM Configuration Examples. First Edition. December 1999.
- [10] IBM Corporation, International Technical Support Corporation, IBM 8260 as a campus ATM switch. First Edition. June 1996.
- [11] IBM Corporation, International Technical Support Corporation, IBM 8265 N Ways ATM campus switch. First Edition. March 1998.
- [12] IBM Corporation, International Technical Support Corporation, IBM eserver, iseries, Networking ATM on iSeries 400. 2001
- [13] IEEE Std 802-1990, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks, Overview and Architecture, Technical Committee on Computer Communications of the IEEE Computer Society. December 1990.
- [14] IEEE Std 802.6j-1995, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks, Supplement to Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Access Method

and Physical layer Specifications, Technical Committee on Computer Communications of the IEEE Computer Society. March 1995.

- [15] MANDEVILLE, Robert; NEWMAN, David, Frame Relay to ATM: The Fault Line. Data Communications. www.data.com. March 1999.
- [16] MACCHESNEY, John. Fiber. Fellow at Bell Laboratories, Lucent Technologies.
- [17] ORTIZ TELLO, Pablo, Estudio y Diseño de una Red de Área Metropolitana de banda ancha para el sector comercial de la ciudad de Quito. 2000.
- [18] SAPAG CHAIR, Nassir, Preparación y evaluación de proyectos. Cuarta Edición. McGraw Hill, Chile. 2000.
- [19] TANENBAUM, Andrew, Redes de Computadores. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A. México. 1997.
- [20] SIEMMENS AG, Telecomunicación digital, Jerarquía Digital Síncrona. Principio de la transmisión y del multiplexado en la jerarquía digital síncrona.
- [21] WEBSTER, Allen, Estadística aplicada a la empresa y a la Economía. Segunda Edición. McGraw Hill, Agosto. 1999.
- [22] ZHONG, W.D.; YUKIMATSU, K., Design requirements and architectures for multicast ATM switching. IEICE Trans. Com., Vol E77-B. 1994.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- [23] ANÓNIMO, Asynchronous Transfer Mode (ATM) Fundamentals. <http://www.iec.org>
- [24] ANÓNIMO, Cables. <http://www.momografias.com/trabajo/poncahdo>
- [25] ANÓNIMO, Fiber Optic. <http://www.limktionary.com/re/fiber-optic.html>
- [26] ANÓNIMO, Los principios de las redes ATM. <http://www.disc.ua.es/asignatura/rc/tr/abajos/atm/Atm-html>
- [27] ANÓNIMO, Medios de transmisión en redes de computadoras. http://utama.bolnet.bo/el diario/ccdr98_1.html
- [28] GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, José Luis; DOMINGO-PASCUAL, Jordi, Revisión y Clasificación de Protocolos para redes de Tecnología ATM. Julio 2000. <http://www.rediris.es/rediris/boletin/46-47/ponencia10.html#1>

- [29] NEWBRIDGE NETWORK CORPORATION, 1995-2000.
<http://www.newbridge.com/doctypes/techprimer/atm/index.jhtml>
- [30] LARIOS OSORIO, Víctor. Universidad Autónoma de Querétaro. Teoría de muestreo. México. Septiembre 1999.
<http://www.uaq.mx/matematicas/estadisticas>
- [31] TEKTRONIX, The International Engineering Consortium, Synchronous Optical Network (SONET).
<http://www.iec.org>
- [32] ZHU, Tiantian, ATM Products Directory: ATM Switch, ATM router, ATM DSU, ATM multiplexer.
http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/atm_products/index.htm

ACRÓNIMOS

AAL	ATM Adaptation Layer
AIA	Application Integration Architecture
AEC	Architecture, Engineering and Construction
ANSI	American National Standards Institute
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AU	Administrative Unit
AUG	Administrative Unit Group
bps	bits per second
Bps	bytes per second
B-ISDN	Broadband-Integrated Services Digital Network
C	Container
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee
CD	Compact Disc
CS	Convergence Sublayer
CLP	Cell Loss Priority
CAD	Computer Aided Design
CAD	Computer Aided Manufacturing
CASE	Computer Aided Software Engineering
CRC	Cyclic Redundancy Check
CPU	Central Process Unit
CISC	Complex Instruction Set Computer
DQDB	Distributed Queue Dual Bus
DMPU	Derived MAC Protocol Data Unit
EDFA	Erbium-Doped Fiber Amplifier
FIFO	First In-First Out
FEBE	Far End Block Error
FERF	Far End Receive Failure
GIS	Geographic Information System
GFC	Generic Flow Control
HEC	Header Error Correction
HCS	Header Check Sequence
IEC	International Electrotechnical Commission
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IMPDU	Initial MAC Protocol Data Unit
ICF	Isochronous Convergence Function
ISU	Isochronous Service User
LAN	Local Area Network
LLC	Logical Link Control
LME	Layer Management Entity
LMI	Layer Management Interface
MAN	Metropolitan Area Network
MAC	Medium Access Control
MID	Message Identifier
MCF	MAC Convergence Function
MCP	MAC Convergence Protocol

MPA	MID Page Allocation
NEC	National Electric Code
NMP	Network Management Process
NNI	Network-Network Interface
OSI	Open Systems Interconnection
OAM	Operation, Administration and Maintenance
OC	Optical Carrier
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PLCP	Physical Layer Convergence procedure
PA	Pre-Arbitrated
Ph-SAP	Physical layer Service Access Point
PDU	Protocol Data Unit
POH	Path Overhead
PMD	Physical Medium Dependant
PTR	Pointer
PTI	Payload Type Identifier
PDH	Plesyochronous Digital Hierarchy
QA	Queued Arbitrated
QoS	Quality of Service
RISC	Reduced Instruction Set Computer
SAA	Systems Application Architecture
SAP	Service Access Point
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SONET	Synchronous Optical Network
STS	Synchronous Transport Signal
SPE	Synchronous Payload Envelope
SOH	Section Overhead
SAR	Segmentation and Reassembly
TU	Tributary Unit
TUG	Tributary Unit Group
TDM	Time Division Multiplex
TC	Transmission Convergence
TIA	Telecommunications Industry Association
UNI	User-Network Interface
UIT-T	International Telecommunication Unit-Telecommunication sector
VCI	Virtual Channel Identifier
VPN	Virtual Private Network
VT	Virtual Tributary
VC	Virtual Container
VPI	Virtual Path Identifier
VCC	Virtual Channel Connection
WAN	Wide Area Network

ANEXO A

ESTÁNDARES DE RED (IEEE)

El Comité 802, o proyecto 802, del Instituto de Ingenieros en Eléctrica y Electrónica (IEEE) definió los estándares de redes de área local (LAN). La mayoría de los estándares fueron establecidos por el Comité en los años 80 cuando apenas comenzaban a surgir las redes entre computadoras personales.

Muchos de los siguientes estándares son también Estándares ISO 8802. Por ejemplo, el estándar 802.3 del IEEE es el estándar ISO 8802.3.

802.1 *Definición Internacional de Redes.* Define la relación entre los estándares 802 del IEEE y el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) de la ISO (Organización Internacional de Estándares). Por ejemplo, este Comité definió direcciones para estaciones LAN de 48 bits para todos los estándares 802, de modo que cada adaptador puede tener una dirección única. Los vendedores de tarjetas de interfaz de red están registrados y los tres primeros bytes de la dirección son asignados por el IEEE. Cada vendedor es entonces responsable de crear una dirección única para cada uno de sus productos.

802.2 *Control Lógico del Enlace.* Define el protocolo de control lógico del enlace (LLC) del IEEE, el cual asegura que los datos sean transmitidos de forma confiable por medio del enlace de comunicación. La capa de Datos-Enlace en el protocolo OSI está subdividida en las subcapas de Control de Acceso al Medio (MAC) y de Control Lógico del Enlace (LLC). En *bridges*, estas dos capas sirven como un mecanismo de conmutación modular. El protocolo LLC es derivado del protocolo de Alto nivel para Control de Datos-Enlaces (HDLC) y es similar en su operación. Nótese que el LLC provee las direcciones de Puntos de Acceso a Servicios

(SAP's), mientras que la subcapa MAC provee la dirección física de red de un dispositivo. Las SAP's son específicamente las direcciones de uno o más procesos de aplicaciones ejecutándose en una computadora o dispositivo de red.

El LLC provee los siguientes servicios:

Servicio orientado a la conexión, en el que una sesión es empezada con un Destino, y terminada cuando la transferencia de datos se completa. Cada nodo participa activamente en la transmisión, pero sesiones similares requieren un tiempo de configuración y monitoreo en ambas estaciones.

Servicios de reconocimiento orientado a conexiones. Similares al anterior, del que son reconocidos los paquetes de transmisión.

Servicio de conexión sin reconocimiento. En el cual no se define una sesión. Los paquetes son puramente enviados a su destino. Los protocolos de alto nivel son responsables de solicitar el reenvío de paquetes que se hayan perdido. Este es el servicio normal en redes de área local (LAN's), por su alta confiabilidad.

802.3 Redes CSMA/CD. El estándar 802.3 del IEEE (ISO 8802-3), que define cómo opera el método de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones (CSMA/CD) sobre varios medios. El estándar define la conexión de redes sobre cable coaxial, cable de par trenzado, y medios de fibra óptica. La tasa de transmisión original es de 10 Mbps, pero nuevas implementaciones transmiten arriba de los 100 Mbps calidad de datos en cables de par trenzado.

802.4 Redes Token Bus. El estándar *token bus* define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura. Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método *token-*

passing para una transmisión bus. Un *token* es pasado de una estación a la siguiente en la red y la estación puede transmitir manteniendo el *token*. Los *tokens* son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red *token ring*. El estándar no es ampliamente implementado en ambientes LAN.

802.5 Redes Token Ring. También llamado ANSI 802.1-1985, define los protocolos de acceso, cableado e interfaz para la LAN *token ring*. IBM hizo popular este estándar. Usa un método de acceso de paso de *tokens* y es físicamente conectada en topología estrella, pero lógicamente forma un anillo. Los nodos son conectados a una unidad de acceso central (concentrador) que repite las señales de una estación a la siguiente. Las unidades de acceso son conectadas para expandir la red, que amplía el anillo lógico. La Interfaz de Datos en Fibra Distribuida (FDDI) fue basada en el protocolo *token ring* 802.5, pero fue desarrollado por el Comité de Acreditación de Estándares (ASC) X3T9.

Es compatible con la capa 802.2 de Control Lógico del Enlace y por consiguiente otros estándares de red 802.

802.6 Redes de Área Metropolitana (MAN). Define un protocolo de alta velocidad donde las estaciones enlazadas comparten un bus dual de fibra óptica usando un método de acceso llamado Bus Dual de Cola Distribuida (DQDB). El bus dual provee tolerancia de fallos para mantener las conexiones si el bus se rompe. El estándar MAN esta diseñado para proveer servicios de datos, voz y vídeo en un área metropolitana de aproximadamente 50 kilómetros a tasas de 1.5, 45, y 155 Mbps. DQDB es el protocolo de acceso subyacente para el SMDS (Servicio de Datos de Multimegabits Conmutados), en el que muchos de los portadores públicos son ofrecidos como una manera de construir redes privadas en áreas metropolitanas. El DQDB es una red repetidora que conmuta celdas de longitud fija de 53 bytes; por consiguiente, es compatible con el Ancho de Banda ISDN y el

Modo de Transferencia Asíncrona (ATM). Las celdas son conmutables en la capa de Control Lógico del Enlace.

Los servicios de las MAN son Sin Conexión, Orientados a Conexión, y/o isócronas (vídeo en tiempo real). El bus tiene una cantidad de *slots* de longitud fija en el que son situados los datos para transmitir sobre el bus. Cualquier estación que necesite transmitir simplemente sitúa los datos en uno o más *slots*. Sin embargo, para servir datos isócronos, los *slots* en intervalos regulares son reservados para garantizar que los datos lleguen a tiempo y en orden.

802.7 *Grupo Asesor Técnico de Anchos de Banda*. Este comité provee consejos técnicos a otros subcomités en técnicas sobre anchos de banda de redes.

802.8 *Grupo Asesor Técnico de Fibra Óptica*. Provee consejos a otros subcomités en redes por fibra óptica como una alternativa a las redes basadas en cable de cobre. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo.

802.9 *Redes Integradas de Datos y Voz*. El grupo de trabajo del IEEE 802.9 trabaja en la integración de tráfico de voz, datos y vídeo para las LAN 802 y Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN's). Los nodos definidos en la especificación incluyen teléfonos, computadoras, codificadores y decodificadores de vídeo (*codecs*). La especificación ha sido llamada Datos y Voz Integrados (IVD). El servicio provee un flujo multiplexado que puede llevar canales de información de datos y voz conectando dos estaciones sobre un cable de cobre en par trenzado. Varios tipos de diferentes canales son definidos, incluyendo full dúplex de 64 Kbps sin conmutación, circuito conmutado, o canales de paquete conmutado.

802.10 *Grupo Asesor Técnico de Seguridad en Redes*. Este grupo está trabajando en la definición de un modelo de seguridad estándar que opera sobre una variedad

de redes e incorpora métodos de autenticación y encriptamiento. Los estándares propuestos están todavía bajo desarrollo en este momento.

802.11 *Redes Inalámbricas*. Este comité está definiendo estándares para redes inalámbricas. Está trabajando en la estandarización de medios como el radio de espectro ensanchado, radio de banda angosta, infrarrojo, y transmisión sobre líneas de energía. Dos enfoques para redes inalámbricas se han planeado. En el enfoque distribuido, cada estación de trabajo controla su acceso a la red. En el enfoque de punto de coordinación, un *hub* central enlazado a una red alámbrica controla la transmisión de estaciones de trabajo inalámbricas.

802.12 *Prioridad de Demanda (100VG-ANYLAN)*. Este comité está definiendo el estándar Ethernet de 100 Mbps. Con el método de acceso por Prioridad de Demanda propuesto por Hewlett Packard y otros vendedores. El cable especificado es un par trenzado de 4 alambres de cobre y el método de acceso por Prioridad de Demanda usa un *hub* central para controlar el acceso al cable. Hay prioridades disponibles para soportar envío en tiempo real de información multimedia.

ANEXO B

RECOMENDACIONES G.703, G.707, G.708 Y G.709

G.703, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS DE INTERFACES DE JERARQUÍAS DIGITALES

Esta recomendación define las características físicas y eléctricas para cada una de las velocidades de transmisión de bits descritos en G.702 (PDH) y G.707 (SDH). Especifica los valores y las tolerancias para las características tales como:

- velocidad de bit
- impedancia
- voltaje pico-pico
- tiempos de subida y de caída
- *jitter*
- máscaras del pulso.

Incluye:

- 64 kbit/s (E0)

- 1544 kbit/s (E11)
- 2048 kbit/s (E12)
- 6312 kbit/s (E21)
- 32.064 kbit/s
- 44.736 kbit/s (E32)
- 8.448 kbit/s (E22)
- 34.368 kbit/s (E31)
- 139.264 kbit/s (E4)
- 97.728 kbit/s
- 51.840 kbit/s (STM-0)
- 155.520 kbit/s (STM-1 o ES1)
- 2.048 kbit/s sincronización de interfaz.

Estado de G.703			
Versión	Aprobado	Referencia	Source/Notes
Nuevo	1972		
Revisiones	1976-1988		Libro Azul Fasc III.4
Revisión 1	Abril de 1991	Circ 13/35/52	COM Xviii-r33
Revisión 2	Oct de 1998	Circ 127/146	COM 15-R19
Revisión 3	Nov de 2001	Circ AAP 19/21	SG15

G.707, INTERFAZ DEL NODO DE RED PARA LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA (SDH)

Esta recomendación proporciona los requisitos para las señales STM-n en el interfaz del nodo de red de una red digital síncrona en términos de:

- velocidades de bits;
- estructuras de los marcos;

- formatos para mapeo y multiplexación de señales del cliente (e.g., PDH, ATM, e IP);
- funcionalidades de las cabeceras.

Los principios básicos de la multiplexación se definen para los circuitos virtuales (VC-11, 12, 2, 3, 4, 4-4c, 4-16c, 4-64c, y 4-256c) en unidades administrativas (AU-3, 4, 4-4c, 4-16c, 4-64c, y 4-256c), en grupos de unidades administrativas (AUG-1, 4, 16, 64, y 256), y finalmente en STM-0, 4, 16, 64, y 256.

La revisión 3 de esta recomendación es una versión revisada combinada del G.707, del G.708 y del G.709 anteriores que habían sido aprobados en Marzo el 93. La revisión 4 también es numerada Y.1322.

Estado de G.707			
Versión	Aprobado	Referencia	Source/Notes
Nuevo	1988		Libro Azul Fasc III.4
Revisión 1	Abril de 1991		
Revisión 2	Marcha de 1993		COM Xviii-r105
Revisión 3	Marcha de 1996	Circ 169/196/211	COM 15-163

			COM 15-R39
Revisión 4	Oct de 2000	Wtsa-2000	COM 15-R71
Corregido 1	Marcha de 2001	Circ A2/A5	SG15
Corregido 2	Nov de 2001	Circ AAP 19/21	SG15
Enmienda 1	Nov de 2001	Circ AAP 19/21	SG15
Enmienda 2	Agosto de 2002	Circ AAP 31/37	SG15
Corregido 3	Marcha de 2003	Circ AAP 48/51	SG15
Enmienda 3	Abril de 2003	Circ AAP 48/52	SG15
Revisión	DEC 2003	Circ AAP 66/68	SG15

G.708, INTERFAZ SECUNDARIO DEL NODO DE RED STM-0 PARA LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA (SDH)

Esta recomendación es una extensión de G.707. Proporciona los requisitos para las señales secundarias STM-0 en el interfaz del nodo de red de una red digital síncrona en términos de:

- velocidades de bit
- estructuras de los marcos
- formatos para los elementos de mapeo y multiplexación
- funcionalidades de las cabeceras

Nota: El G.708 anterior fue combinado con G.707 como parte de la revisión de Marzo del 96.

Estado de G.708			
Versión	Aprobado	Referencia	Source/Notes
Nuevo	Julio de 1999	Circ 177/206	COM 15-R33

G.709, INTERFACES PARA LA RED ÓPTICA DE TRANSPORTE (OTN)

Esta recomendación proporciona los requisitos para las señales de la jerarquía óptica de transporte (OTH) en el interfaz del nodo de red, en términos de:

- definición de un módulo de transporte óptico de orden n (OTM-n)
- estructuras para un OTM-n
- formatos mapeo y multiplexación de señales de usuario
- funcionalidad de los cabeceras
- estructuras del marco
- velocidades de bit

Esto también es referido como Y.1331.

Estado de G.709			
Versión	Aprobado	Referencia	Source/Notes
Nuevo	Febrero de 2001	Circ 7/27	COM 15-16

Enmienda 1	Nov de 2001	Circ AAP 19/21	SG15
Revisión	Marcha de 2003	Circ AAP 48/51	SG15
Enmienda 1	DEC 2003	Circ AAP 66/68	SG15

ANEXO C

EQUIPOS TERMINALES

ESTACIONES DE TRABAJO

Una estación de trabajo, según el Diccionario de la Computación de Alan Freedman, se puede definir como:

"Micro o minicomputadora para un único usuario, de alto rendimiento, que ha sido especializada para gráficos, diseño asistido por computadora, ingeniería asistida por computadora o aplicaciones científicas".

Actualmente no es fácil, por difusa, la diferenciación entre los conceptos tradicionalmente aceptados de ordenador personal (PC), estación de trabajo y miniordenador, ya que no es fácil asignar fronteras claramente definidas entre la funcionalidad, prestaciones y utilidad de los distintos equipos.

Las principales aplicaciones de las estaciones de trabajo son las siguientes:

- Aplicaciones técnicas
 - CAD (*Computer Aided Design*, Diseño Asistido por Ordenador), destinadas al diseño y análisis de sistemas de ingeniería y arquitectura.

- AEC (*Architecture, Engineering and Construction*, Sistemas para la arquitectura / ingeniería / construcción) aplicables a la edición de planos de construcción y arquitectura, elaboración de presupuestos y seguimiento de obras.
 - CAM (*Computer Aided Manufacturing*, Fabricación Asistida por Ordenador), aplicables en la ingeniería de producción, control de procesos y gestión de recursos.
 - EDA (*Electronic Design Automation*, Diseño Electrónico Automatizado), aplicables en el diseño, análisis y prueba de circuitos integrados, tarjetas y otros sistemas electrónicos.
 - CASE (*Computer Aided Software Engineering*, Ingeniería de Software Asistida por Ordenador), que ayudan a la gestión completa de los ciclos de vida de los desarrollos de aplicaciones lógicas.
- Aplicaciones científicas
 - GIS (*Geographic Information System*, Sistemas de Información Geográfica) para edición, captura y análisis de información sobre determinadas zonas geográficas, con base en referencias de mapas digitalizados.
 - Aplicaciones orientadas a la industria química y farmacéutica, aplicaciones de laboratorio tales como instrumentación analítica, modelado de experimentos químicos y sistemas de información de laboratorios químicos.

- Aplicaciones dentro del campo de la medicina para la captura, manipulación y presentación de imágenes de rayos X, ultrasonidos y escáneres, así como sistemas de información propios de hospitales.
 - Sistemas de análisis de los recursos de la Tierra para análisis geológicos y sísmicos sobre mapas.
 - Sistemas expertos, basados en técnicas de programación de inteligencia artificial, para aplicaciones tales como detección electrónica de errores, funciones de diagnóstico o configuración de ordenadores.
- Aplicaciones comerciales

El desarrollo de aplicaciones comerciales para estaciones de trabajo se ha visto potenciado por la tendencia actual a migrar desde entornos de miniordenadores y grandes ordenadores a arquitecturas cliente-servidor y equipos de menor rango, fenómeno denominado *downsizing*.

Dentro del segmento de las aplicaciones comerciales se pueden englobar:

- Aplicaciones empresariales

Aplicaciones de investigación cuantitativa, seguridad, bases de datos, simulación de análisis reales.

- Postproducción digital

Elaboración y tratamiento de imágenes de calidad cinematográfica.

- Sistemas de gestión documental

Creación y organización de documentos para su posterior publicación, como pueden ser: periódicos, revistas, presentaciones y documentación en general.

- Telecomunicaciones

Gestión de redes, desarrollo de aplicaciones de telecomunicaciones basadas en inteligencia artificial, aplicaciones de apoyo a la investigación y desarrollo (I+D). Las estaciones de trabajo también pueden ser utilizadas como pasarelas (*gateways*), para acceder a grandes ordenadores, así como servidores de correo electrónico, *Web*, etc.

- Aplicaciones para la administración pública

Existe un gran número de aplicaciones en las que las estaciones de trabajo pueden aprovechar su mayor potencialidad, entre las que merece la pena destacar las herramientas CASE, sistemas de información geográfica, desarrollos de ingeniería asistidos por ordenador y sistemas de gestión documental.

Después de lo ya comentado, se puede afirmar que las estaciones de trabajo encuentran su segmento del mercado donde la potencia de cálculo y la capacidad de tratamiento gráfico de los PC's no son suficientes y el precio de los grandes ordenadores no puede ser financiado o no compensa respecto a las necesidades que se pretenden cubrir.

ORDENADORES CENTRALES

Un ordenador central o también conocido como sistema multiusuario es un sistema informático que da servicio mediante la utilización compartida de sus recursos a un número concurrente de usuarios.

La elección y dimensionamiento de uno de estos sistemas vendrá determinado por diversos factores: número de usuarios, carga de trabajo, disponibilidad, tipo de aplicaciones que va a manejar, etc. Por ello los fabricantes intentan adaptar los equipos a las necesidades de los usuarios, ofreciendo una amplia variedad de estos sistemas en el mercado.

Los sistemas multiusuario se pueden clasificar de muchas formas, según el criterio que se adopte, aunque las clasificaciones que se indican a continuación se pueden considerar suficientemente representativas:

- Tipo de aplicaciones a las que está orientado.
- Interoperabilidad.
- Número y especialización de los procesadores.
- Arquitectura interna del procesador.

a.- Tipo de aplicaciones a las que está orientado

Hoy en día existe una amplia gama de sistemas multifuncionales (especialmente en los denominados sistemas abiertos) capaces de proporcionar prestaciones satisfactorias en una gran variedad de aplicaciones; sin embargo, en determinadas situaciones, la existencia de factores críticos restrictivos obliga a elegir unos sistemas muy especializados capaces de resolver dichas limitaciones.

A grandes rasgos, hay tres grupos de aplicaciones:

- Sistemas orientados al proceso de datos y automatización de oficinas: Resuelven los típicos problemas de gestión de una empresa u oficina: nóminas, clientes, facturación, proceso de texto, presentaciones, etc. Requieren compatibilidad con otros sistemas o productos, sobre todo en el entorno de oficinas.
- Sistemas orientados al proceso *on-line*: Sistemas diseñados para resolver consultas o actualizaciones sobre una base de datos en tiempo real.
- Sistemas orientados al proceso técnico-científico: se caracterizan por estar especializados en cálculos complejos que requieren gran capacidad de proceso.

b.- Interoperabilidad

En lo que corresponde a este tipo de factores los sistemas pueden clasificarse en dos grandes grupos denominados respectivamente:

- Sistemas "abiertos"

- Sistemas "propietarios"

Un sistema se puede denominar "abierto" (*open system*) cuando permite integrar en su seno, de un modo directo y sencillo, componentes lógicos (programas de aplicación, utilidades de usuario, etc.) y también algunos dispositivos físicos procedentes de una amplia variedad de fabricantes.

Estos productos deben funcionar de modo análogo sobre sistemas de suministradores diferentes, de tal modo que se garantice un elevado grado de independencia entre las aplicaciones y sistemas de información de los usuarios, y las plataformas que los soportan.

En ese caso, los usuarios disfrutan de las ventajas de la interoperabilidad, ya que los mismos programas pueden correr sobre distintas plataformas facilitando la integración homogénea de sistemas diferentes y la sustitución "no traumática" de componentes. Además se protege la inversión realizada en programas de aplicación, que serán poco vulnerables a posibles cambios de suministrador.

El funcionamiento de las aplicaciones y de los sistemas de información no está condicionado a la existencia de un tipo particular de plataforma o componente proveniente de un vendedor concreto, sino que es en buena medida "transparente" a las peculiaridades de la misma.

Como contraposición a este planteamiento, que constituye una firme tendencia de mercado especialmente en el ámbito de los países miembros de la Unión Europea, existen los denominados "propietarios" o *proprietary systems*. Estos sistemas están desarrollados por un fabricante sin adherirse a más normas de

interoperabilidad o estándares que los que provienen de sus criterios o estrategias de mercado.

En general estos sistemas son cerrados en sí mismos, difícilmente compatibles con productos de otros fabricantes y, en determinados casos, incompatibles con modelos diferentes del mismo suministrador. No gozan de las ventajas potenciales de la interoperabilidad aunque se encuentran plenamente soportados por el fabricante en cuestión, quien a menudo defiende este tipo de sistemas con argumentos de una mayor eficacia en su rendimiento que la que poseen los sistemas "abiertos". Por el contrario, los sistemas propietarios tienen la ventaja de necesitar menos recursos para su mantenimiento, incluso suelen realizarlo los proveedores como parte del contrato de adquisición.

Este hecho, aún siendo cierto en determinados casos, suele acompañarse de razones menos explícitas relativas a estrategia comercial y posición del vendedor en el mercado. Dentro de los planteamientos de tipo "propietario" existen arquitecturas promovidas por fabricantes concretos, destinadas a facilitar un buen grado de integración de sus propios productos, como pueden ser la arquitectura SAA (*Systems Application Architecture*) de IBM y la AIA (*Application Integration Architecture*) de Digital.

Hoy en día, los fabricantes de equipos lógicos están evolucionando en dos vías diferenciadas. Por una parte, desarrollan nuevo *logical* basándose en especificaciones de sistemas abiertos. Por otra, incluyen estándares de portabilidad de aplicaciones en sus propios sistemas propietarios que los hacen más "abiertos".

c.- Número y especialización de los procesadores

Desde este punto de vista los sistemas pueden clasificarse en monoprocesadores y multiprocesadores.

Un sistema monoprocesador posee una sola unidad central de proceso o procesador principal (CPU), que puede estar acompañada de coprocesadores y procesadores especializados (entrada/salida, comunicaciones, etc.) y se responsabiliza de la ejecución de los programas del sistema y de las aplicaciones de usuario. Los sistemas monoprocesador han sido tradicionalmente los habituales en el mercado de ordenadores medianos y pequeños, mientras que en las instalaciones que cuentan con grandes sistemas es frecuente encontrar sistemas multiprocesadores.

Los sistemas multiprocesador poseen varias CPUs y reparten la carga de trabajo de los programas de aplicación y de sistemas entre ellos, bien sean multifuncionales o especializados en la realización de algún tipo particular de tareas. Los sistemas multiprocesador pueden a su vez dividirse en asimétricos y simétricos. Los sistemas multiprocesadores asimétricos poseen una arquitectura del tipo "maestro-esclavo" en que una de las CPU ("maestro") gobierna y sincroniza el funcionamiento de las demás ("esclavos") que están especializadas en tareas concretas.

Ejemplos de procesadores especializados son los sistemas que admiten coprocesadores matemáticos, procesadores de comunicaciones, procesadores vectoriales, etc. Estos procesadores están especializados en unas operaciones concretas, que liberan al procesador "maestro" de su realización, mejorando así el rendimiento global del sistema. Por el contrario, en los multiprocesadores simétricos no existe ninguna jerarquización predefinida entre las CPUs y todos los procesadores participan en todas las tareas. Este tipo de arquitectura se está revelando muy eficaz en cuanto a rendimiento en determinados entornos de operación. Además admite variantes que van desde las configuraciones "fuertemente acopladas", en las que todos los procesadores comparten una

memoria común, hasta las "débilmente acopladas" en las que cada procesador posee su memoria particular y las comunicaciones interprocesadores se realizan por envío de mensajes vía canal o incluso red (arquitecturas distribuidas).

La capacidad de expansión de los procesadores es una característica denominada escalabilidad. La adquisición de un procesador muy escalable asegura la capacidad de dicho procesador para asumir un aumento de necesidades de proceso. Existen juegos de pruebas específicos para medir la escalabilidad de los procesadores, como el SLALOM *Benchmark*.

La tipología de sistemas multiprocesador varía ampliamente en función de las arquitecturas "propietarias" de cada fabricante (procesadores diádicos y cuatriádicos en IBM, *clusters* en Digital, etc).

d.- Arquitectura interna del procesador

Aunque en general este factor será poco determinante desde la perspectiva del usuario final, puede influir en la relación rendimiento/coste del sistema, por lo que conviene enumerar brevemente las posibles variantes.

Desde el punto de vista de su arquitectura (que es esencialmente el juego de instrucciones básicas del procesador), se diferencia entre los sistemas denominados CISC (*Complex Instruction Set Computer*) con una arquitectura compleja y los RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) con un conjunto de instrucciones más simples.

Se puede encontrar información más detallada sobre ambas arquitecturas en el apartado de conceptos y funcionalidades.

Por lo general la relación rendimiento/coste es favorable a los procesadores de tipo RISC, sin embargo en la actualidad se mantienen en el mercado ambas arquitecturas con implantaciones muy exitosas, y existe una cierta tendencia a la convergencia de ambas alternativas hacia arquitecturas híbridas que combinan las principales ventajas de cada una de ellas.

ORDENADORES CENTRALES

Un ordenador está formado por un conjunto de subsistemas o componentes con funciones específicas dentro del funcionamiento global del mismo.

Siguiendo la arquitectura diseñada por Von Neumann a principios del siglo XX, un ordenador consta de tres subsistemas fundamentales:

Unidad Central de Proceso

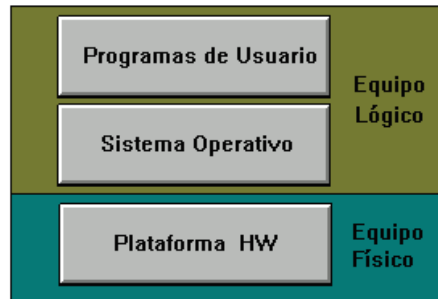
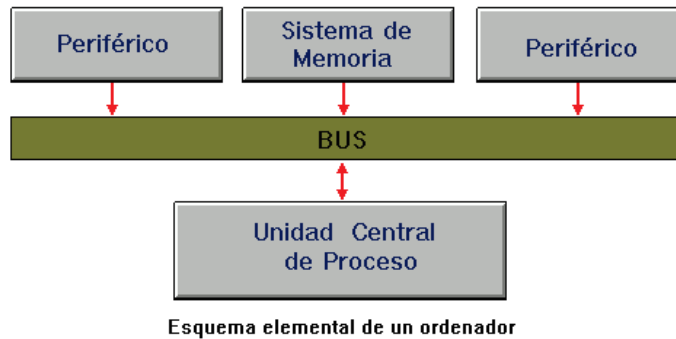
Es el subsistema encargado de extraer secuencialmente de la memoria las instrucciones, analizarlas y ejecutarlas, además de coordinar todos los subsistemas del ordenador.

Memoria

Se encarga de almacenar las instrucciones que constituyen el programa y, eventualmente, los datos y los resultados.

Subsistemas de Entrada/Salida

Permiten la comunicación del ordenador con el exterior.



Los tres subsistemas se comunican entre sí a través del denominado bus, que es el medio físico empleado para transmitir la información entre ellos.

El conjunto de programas que gestionan, controlan y optimizan la explotación de dichos subsistemas reciben el nombre de sistema operativo.

Los componentes mencionados anteriormente son subsistemas comunes a cualquier ordenador ya sea personal, central, estación de trabajo, etc. Los ordenadores personales se diferencian del resto por sus menores prestaciones, su gran versatilidad y flexibilidad, su facilidad de manejo y por su mayor interacción con el usuario.

Además de los sistemas operativos, existe un segundo conjunto de programas, denominado equipo lógico de usuario, que proporcionan las distintas funcionalidades a las cuales puede ser destinado un ordenador personal. El equipo lógico de usuario se clasifica según su ámbito de utilización en:

- Ofimática, en la cual se incluyen los procesadores de textos, las hojas de cálculo, los paquetes gráficos y de presentaciones, las bases de datos ofimáticas y los paquetes de autoedición.
- Multimedia.
- Diseño asistido por ordenador (CAD, *Computer Aided Design*).
- Desarrollo profesional de aplicaciones.
- Aplicaciones de cálculo científico y de ingeniería.
- Aplicaciones especiales (inteligencia artificial, control de procesos, gestión de redes, etc.).
- Servidores dedicados a funcionalidades específicas tales como servidor de comunicaciones, servidor de fax, etc.

En los últimos años han ido apareciendo distintos tipos de ordenadores personales, en lo referente a tamaño y peso, para satisfacer las diferentes necesidades de los usuarios. En la actualidad en el mercado podemos encontrar los siguientes tipos, en función de su facilidad de transporte:

Tipo de Ordenador	Características
Ordenadores de sobremesa (<i>Desktop</i>) y de torre	Constituyen el puesto de trabajo tradicional y proporcionan las mayores prestaciones de todos.
Ordenadores portátiles (<i>Laptops</i>)	Son ordenadores con prestaciones similares a los de sobremesa pero con un peso alrededor de los 3 Kg.
"Ultraportátiles" (<i>Notebook</i>)	Poseen un tamaño no superior a una hoja de papel y con un peso por debajo de los 1,5 Kg.
"Agendas electrónicas" (<i>Palmtops</i>)	Tiene un tamaño similar al de una calculadora y pesan aproximadamente 0,5 Kg.

A N E X O D

PERMISOS MUNICIPALES

TRÁMITES DE LA DIRECCIÓN DE USO DEL ESPACIO Y VÍA PÚBLICA

- 1) Permiso de ocupación de la vía pública.
 - a. Para carretillas, kioskos, puesto fijo, mesas, sillas, vitrinas.
 - b. Para materiales de construcción y utilización de infraestructura de iluminación y alcantarillado público.
- 2) Registro de muelles y parrillas.
- 3) Registro de muelles municipales y varaderos.
- 4) Obtención de tasa de habilitación.
 - a. Tasa de habilitación primera vez.
 - b. Tasa de habilitación renovación.
- 5) Espectáculos eventuales nacionales.

6) Espectáculos eventuales internacionales.

1) Permiso de ocupación de vía pública

1a) Para carretillas, kioscos, puesto fijo, mesas, sillas, vitrinas.

Requisitos:

- Tasa única de trámite.
- Solicitud de ocupación de la vía pública.
- Copia de la cédula de ciudadanía del solicitante.
- Carnet de manipulación de alimentos, de ser el caso.
- Croquis bien detallado del lugar donde se ubicará la carretilla, kiosco, etc.
- Medidas exactas de la carretilla, kiosco, etc.
- Foto de la carretilla o kiosco, etc.

Pasos del trámite:

- Pagar la tasa de trámite (2,5 del salario mínimo vital) en las ventanillas municipales de recaudaciones, donde recibirá la solicitud respectiva.

- Llenar la solicitud a máquina o con letra clara.

- En una carpeta, adjuntar todos los requisitos indicados a la solicitud y entregarla en las ventanillas # 40 - 42 de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública.

- Procedimiento interno: Revisión de la solicitud y requisitos - Trámite de calificación.

- El solicitante deberá regresar en un plazo de tres días laborables a las ventanillas 40-42 de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública para conocer el resultado de su trámite. En caso de ser aprobada acercarse a pagar en las ventanillas de recaudación donde recibirá su comprobante único de ingreso a caja.

1b) Para materiales de construcción y utilización de infraestructura de alumbrado y alcantarillado público.

Requisitos:

- Tasa única de trámite.

- Solicitud de ocupación de la vía pública.

- Copia de la cédula de ciudadanía del solicitante.
- Copia del Registro de Construcción, con las medidas que se va a ocupar de la acera.

Requisitos adicionales:

- Tasa de habilitación para los negocios de tipo comercial, industriales y de servicios.
- Certificación de uso del suelo, para determinar si es factible la actividad que va a desarrollar el negocio (solicitar esta certificación en la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros).

Pasos del trámite:

- Pagar la tasa de trámite (2,5 del salario mínimo vital) en las ventanillas municipales de recaudaciones, donde recibirá la solicitud respectiva.
- Llenar la solicitud a máquina o con letra clara.
- En una carpeta, adjuntar todos los requisitos indicados a la solicitud y entregarla en las ventanillas # 40-42 de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública.

Procedimiento interno:

- Revisión de la solicitud y requisitos - Trámite de calificación.

El solicitante deberá regresar en un plazo de tres días laborables a las ventanillas 40-42 de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública para conocer el resultado de su trámite. En caso de ser aprobada acercarse a pagar en las ventanillas de recaudación donde recibirá su comprobante único de ingreso a caja.

2) Registro de muelles y parillas

Objetivo del trámite:

- Se obtendrá un registro de los muelles y parrillas que solicite el usuario.

Requisitos:

- Tasa única de trámite.
- Formulario para registro de muelles y parrillas.
- Copia de la cédula de ciudadanía del usuario.
- Croquis de la ubicación.

Pasos del trámite:

- Pagar la tasa de trámite (2,5 del salario mínimo vital) en las ventanillas municipales de recaudación.
- Llenar la solicitud a máquina o con letra clara.
- En una carpeta, adjuntar todos los requisitos indicados a la solicitud y entregarla en la ventanilla # 39 de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública.

Procedimiento interno:

- Revisión de la solicitud y requisitos - Trámite de calificación.

El solicitante deberá regresar en un plazo de cinco días laborables a las ventanillas de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública para conocer el resultado de su trámite. En caso de ser aprobado acercarse a pagar en las ventanillas de recaudación, donde recibirá su comprobante único de ingreso a caja.

3) Registro de muelles municipales y varaderos**Objetivo del trámite:**

- Se obtendrá un registro de los muelles y varaderos que solicite el usuario.

Requisitos:

- Tasa de única tramite.
- Formulario para registro de muelles municipales y varaderos.
- Copia de la cédula de ciudadanía del solicitante.
- Croquis de la ubicación.

Pasos del trámite:

- Pagar la tasa de trámite (2,5 del salario mínimo vital) en las ventanillas municipales de recaudaciones, donde recibirá la solicitud respectiva.
- Llenar la solicitud a máquina o con letra clara.
- En una carpeta, adjuntar todos los requisitos indicados a la solicitud y entregarla en la ventanilla # 39 de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública.

Procedimiento interno:

- Revisión de la solicitud y requisitos - Trámite de calificación.

El solicitante deberá regresar en un plazo de cinco días laborables a las ventanillas de la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública para conocer el resultado de su trámite. En caso de ser aprobada acercarse a pagar en las ventanillas de recaudación, donde recibirá su comprobante único de ingreso a caja.

4) Obtención de tasa de habilitación

4a) PRIMERA VEZ

Objetivo del Trámite:

- Se registrará al solicitante el tipo de establecimiento a colocar, para su respectivo cobro.

Requisitos:

- Tasa única de trámite.
- Solicitud para habilitación de locales comerciales, industriales y de servicios.
- Copia de la cédula de ciudadanía.
- Copia del RUC.
- Copia del nombramiento del representante legal (personas jurídicas).

- Carta de autorización para la persona que realice el trámite.

- Copia de la patente del año a tramitar.

- Copia de predios urbanos (si no tuviere copia de los predios, procederá a entregar la tasa de trámite de legalización de terrenos o la hoja original del censo).

- Croquis bien detallado donde esta ubicado el negocio.

Si fuere compañía solo agregar nombramiento del representante Legal con la copia de la cédula de ciudadanía del mismo.

Requisitos adicionales que debe presentar de acuerdo al establecimiento:

- A. Discotecas, salones, barra_bar, pensiones, moteles, billares, sala de juegos, peñas, night-club, cantinas, almacén de productos químicos, vulcanizadora.

- B. Talleres: mecánicos, eléctricos, de soldadura, de enderezada y pintada, de llaves, de aluminio y vidrios, ebanistería y carpintería, fibra de vidrio, bicicletas, mueblería.

- C. Gimnasios, salones de belleza, bancos, agencias, cines, cyber, estaciones de servicios, despensas, bazares.

D. Mecánicas, lubricadoras, soda-bar, picanterías, restaurantes, cafeterías.

E. Lavadoras.

Tienen que presentar:

- Certificado de seguridad otorgado por el benemérito cuerpo de bomberos, para todo tipo de negocios.
- La autorización de todos los vecinos que vivan 50 m. A la redonda del local, con su respectivo número de cédula de ciudadanía y dirección exacta, excepto para establecimientos que no estén situados en ciudadelas.
- Certificado de la ECAPAG (trampas de grasa), sólo para los negocios que se indican en la letra D y certificado de la ECAPAG (trampas de lodo) para los negocios que se indican en la letra E.
- Autorización si no es personal el trámite a realizar.
- Croquis bien detallado donde esta ubicado el negocio.

F. Jardín de infantes, escuelas, colegios, universidades, academias, institutos.

Tienen que presentar:

- La autorización de todos los vecinos que vivan 50 m. A la redonda del establecimiento, con su respectivo número de cédula de ciudadanía y dirección exacta, excepto para establecimientos que no estén situados en ciudadelas.

- Permiso de funcionamiento de la Subdirección de Estudios.

G. Gasolineras.

Tienen que presentar:

- Permiso de construcción e inspección final certificado por la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registro.

- Certificado de medio ambiente.

Pasos del trámite:

1. En caso de no existir ningún cambio en relación a la tasa anterior, presentar original o copia del último pago de la tasa de habilitación o registro de patente, en las ventanillas de recaudaciones (bloque Noreste 1).

2. Cancelar la tasa de habilitación.

3. Visita de los funcionarios de la Dirección de Vía Pública.

Nota: Si el dueño del establecimiento cambiare el tipo de actividad comercial, tendrá que acercarse a la Dirección de Uso del Espacio y Vía pública para su respectiva rectificación.

Procedimiento interno:

- Verificación de documentación y análisis.

El solicitante deberá regresar en un plazo de 5 a 30 días laborables, dependiendo de la actividad comercial o tipo de negocio, en las ventanillas 41-42.

4b) RENOVACIÓN

Para la renovación de la tasa de Habilitación, el solicitante deberá estar al día en el pago de patentes municipales.

Presentar el pago de patente del año anterior en las ventanillas 24 - 26 de la Dirección Financiera, para su Renovación.

5) Espectáculos eventuales nacionales

Requisitos:

- Tasa única de trámite para espectáculos.
- Visado.

- Aplicación de exoneración de impuestos por espectáculos.
- Copia de la cédula de ciudadanía o de identidad (en caso de persona extranjera) del(os) artista(s), y del empresario.

Pasos del trámite:

- Obtener el Visado (Se solicita en el Departamento de Restricciones en el Museo Municipal. Ver trámites de la Dirección de Acción Social y Educación, “Declaración de restricciones”).
- Obtener la aplicación de exoneración de impuestos por espectáculos (Se solicita en la Secretaría de Resoluciones. Ver trámites de la Dirección Financiera, “Solicitud de aplicación legal”).
- Pagar la tasa de trámite (2,5 del salario mínimo vital) en las ventanillas municipales de recaudaciones (bloque noroeste 2).

En una carpeta, adjuntar todos los requisitos indicados a la solicitud y entregarla en la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública, por lo menos 72 horas antes de la realización del evento.

Procedimiento interno:

- Verificación de documentación y análisis.

El solicitante deberá regresar después del plazo señalado para conocer el resultado de su trámite.

6) Espectáculos eventuales internacionales

Requisitos:

- Tasa única de trámite para espectáculos.
- Visado.
- Llenar la solicitud de permiso de espectáculos.
- Copia de la cédula de ciudadanía del empresario.
- Garantía, la cual puede ser: carta bancaria, cheque certificado o efectivo.

Pasos del trámite:

- Obtener el Visado (Se solicita en el Departamento de Restricciones en el Museo Municipal. Ver trámites de la Dirección de Acción Social y Educación, “Declaración de restricciones”).
- Entregar la solicitud en la Dirección de Vía Pública, departamento de espectáculos.

- Todos los requisitos serán entregados en la Dirección de Uso del Espacio y Vía Pública.

Procedimiento interno:

- Verificación de documentación y análisis.

El solicitante deberá entregar la documentación 72 horas antes del evento, para su respectiva aprobación.

