

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**LAN ATM VS GIGABIT ETHERNET**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**NESTOR BAUTISTA TIPULA**

**PROMOCION**

**1999-I**

**LIMA-PERÚ**

**2006**

## **LAN ATM VS GIGABIT ETHERNET**

*Dedico este trabajo a:*

*Mis padres, inspiración plena de lucha y sacrificio,*

*A mi hermana, por el apoyo incondicional en mi carrera,*

*Y a mi mismo por el ideal de continuar aprendiendo*

*enseñando lo experimentado*

## SUMARIO

El presente trabajo pretende describir la problemática creada en las redes locales implementadas inicialmente con tecnología LAN ATM, y que hoy se debaten en una gran controversia de si continuar ampliando, manteniendo una tecnología para una red híbrida, que no permite su crecimiento progresivo con las demás tecnologías.

Los productos devenidos en los últimos años han determinado múltiples formas de crecimiento, escalabilidad, administración mucho mas versátil y dejan de lado la complejidad de adaptar tecnologías como ATM a redes Ethernet locales.

En los primeros capítulos se aborda algunos aspectos técnicos de la implementación de una red Ethernet y una red LAN ATM emulada, para luego enfocar sus ventajas y desventajas en función a parámetros de escalabilidad, calidad de servicio, costos de mantenimiento y gestión.

Como último esquema se presenta un caso particular de una red que presenta éste problema y sus alternativas de solución adaptativa, progresiva y/o absoluta, según las conclusiones a la que se llegue al termino de este trabajo.

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### CAPÍTULO I

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

1.1	Introducción	3
1.1.1	Descripción General de Redes Locales	3
1.1.2	Arquitectura de una LAN	4
1.1.3	Topologías de las LAN	5
1.1.4	Estandarización de las LAN	6
1.2	Tecnología Ethernet	7
1.2.1	Ethernet y Ethernet de IEEE 802.3	7
1.2.2	Ethernet y IEEE 802.3 operación	9
1.2.3	Estructura del marco	10
1.2.4	Ethernet y IEEE 802,3 mantienen diferencias	12
1.2.5	Tipos de cable	14

### CAPÍTULO II

#### TECNOLOGÍA ATM SOBRE UNA LAN

2.1	Definición de Vlan	16
-----	--------------------	----

2.2	Bases de la Tecnología de Switcheo	17
2.3	Tipos de Vlans existentes	21
2.3.2	Basadas en egrupaciones de Puertos	21
2.3.3	Basadas en direcciones MAC	22
2.3.4	Basadas en la Capa 3 del Modelo OSI	23
2.3.4	Basadas en Grupos de Multicast	24
2.4	Implementaciones	24
2.4.1	Vlans con Backbone en ATM	25
2.4.2	Cómo funciona una ELAN?	26
2.4.3	Conexión entre VLANs	28
2.4.4	Comunicación de Información de una VLAN	30
2.4.5	Futuro de las arquitecturas VLAN	32
2.4.6	Implementaciones Infraestructurales de VLANs	32
2.4.7	Implementación basada en el Servicio	33
2.5	Encapsulación de VLAN (ISL Inter Switch Link)	34
2.6	Beneficios	38
2.7	Cuando escoger la solución con redes virtuales?	41
2.7.1	Aplicaciones y Productos	42
2.8	Síntesis	44

### **CAPITULO III**

#### **TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET**

3.1	Gigabit Ethernet	46
3.2	Arquitectura de Gigabit Ethernet.	47
3.3	Interface Física	48

3.2.1	Transmisión sobre fibra óptica	49
3.2.2	Transmisión sobre cable 1000Base-CX	57
3.3	Interfaz GBIC	58
3.4	Nivel MAC	60
3.4.1	Transmisión half duplex	60
3.4.2	Transmisión full duplex	62
3.5	Nivel de enlace lógico	63
3.6	Aplicaciones de Gigabit Ethernet	64
3.7	Factores de importancia	65
3.7.1	Ancho de banda	67
3.7.2	Migración	68
3.7.3	Gestión de red	68
3.8	Migración a Gigabit Ethernet	69
3.9	Cambio en redes Ethernet 100Mbps y FDDI	73
3.10	Redes compartidas y conmutadas	74
3.11	Gigabit Ethernet frente a otras tecnologías.	76
3.12	ATM vs. Gigabit Ethernet	76
3.13	Gigabit Ethernet vs. FDDI	80

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTUDIO ACTUAL DE LA RED DE CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

4.1	Topología	81
4.2	Gestión de Red	84

4.3	La Capacidad Actual	86
4.4	Analisis	87
4.4.1	Zona de acceso a la LAN	87
4.4.2	Zona de core/distribución	87
4.4.3	Zona de servicios de internet	88
4.4.4	Problemas detectados en el equipamiento	89
4.5	Problemas detectados en la tecnología usada	89
4.6	Costos de los servicios actuales	96

## **CAPITULO V**

### **MIGRACIÓN DEL BACKBONE ATM A GIGABIT ETHERNET DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

5.1	Objetivos	98
5.2	Descripción de los elementos de red	99
5.2.1	Electrónica de Red	99
5.2.2	Standard MIB que soporta	
5.2.3	Acceso para Administración	106
5.2.4	Switch Remoto VH-2402s	108
5.3	Gestión de Red	111
5.3.1	Netsight element manager 3.0	111
5.3.2	Netsight switch and topology manager	114
5.3.3	Netsight switch and topology manager browser	115
5.4	Solución propuesta por la empresa para la universidad	116
5.5	Capacitación y responsabilidades de la empresa	121
5.6	Plan de mantenimiento y soporte técnico	122



**CAPÍTULO VI****ALTERNATIVAS DE MIGRACIÓN PROGRESIVA Y REINGENIERÍA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

6.1	Alternativas de Migración Progresiva	124
6.2	Costos de los Servicios Actuales	124
6.3	Red Actual	125
6.4	Propuesta y Costos n° 1 de la nueva red inteligente	127
6.5	Propuesta y Costos n° 2 de la nueva red inteligente	128
6.6	Propuesta y Costos n° 3 de la nueva red inteligente	129
6.7	Propuesta y Costos n° 4 de la nueva red inteligente	130
	<b>CONCLUSIONES</b>	132
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	135

## **PRÓLOGO**

Desde los inicios de las primeras redes como la ARPAnet, y las redes de tecnología propietarias como IBM que surgieron como solución integral para la comunicación entre computadoras que transfieren gran información dieron inicio a un nuevo ámbito del quehacer humano. Desde entonces ha surgido una competencia en distintos planos, como son la infraestructura física de las redes que vienen a ser hoy los Backbones de nuestras redes actuales, las computadoras que en sus inicios fueron grandes mainframes que servían a múltiples terminales, los software de comunicación que implementaban distintos protocolos totalmente contrastando hacia un futuro incierto en la integración de todas ellas y por consiguiente los sistemas operativos que sobre ellos se desarrollaban.

Todos estos aspectos de monopolios de tecnología y mercado hoy en día se han transformado, y se crean inclusive alianzas para competir en el gran mercado de la red, cada día más integrada, pero como siempre nunca se llegan a resolver en todos sus aspectos, de por sí por las expectativas de mejorar ampliamente los servicios de todas ellas, además de brindar confiabilidad y seguridad de la información, así como involucrar a todo ser humano en esta novela.

La integración de las tecnología o la predominancia de una sobre otra es la que marcara las decisiones de estos nuevos años, donde la transmisión inalámbrica, la transmisión por fibra óptica están ganando el mercado, muy a la par de los sistemas que lo manejan y de los fabricantes que tratan de imponer su productos con un valor añadido en algunos casos y otros como factor principal de su producto.

Es entonces en el cual colocan al usuario de distintos niveles en una disyuntiva de si adquirir tal producto y preguntarse así mismo, Cuanto tiempo pasara para adquirir otro nuevo, desde luego intentando medir los parámetros que involucren una fácil migración de los componentes en él embedidos, ya sea como software, firmware o hardware como es el caso de un equipo de comunicación.

Desde luego se miden aspectos como la rentabilidad del producto, que a una determinada edad debe cumplir con las expectativas. Las instituciones están marcadas dentro de un ámbito jurídico que en algunos casos no les permite manejar sus red desde un punto de vista mas comercial, y que se ven sometidos a incrementar su cementerio de equipos ya caducos para su uso.

Bueno pasemos a aclarar esta problemática sin involucramos en asuntos que no están en el contexto de este trabajo.

# **CAPÍTULO I**

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA**

### **1.1 Introducción**

En el mundo de la información, en estas últimas décadas se ha llevado a cabo una gran transformación de los medios de comunicación debida a la aparición de los ordenadores o computadoras, que procesan con mayor rapidez y cantidad volúmenes enormes de datos.

A su vez, dichas computadoras han generado las primeras redes, que no son más que un conjunto de computadoras interconectados. Hay dos grandes tipos de redes de computadoras: las redes privadas o redes de área local (LAN) y las redes públicas (WAN). Después, tenemos las redes corporativas que integran todo el flujo de información de una corporación y que habitualmente están compuestas por un conjunto de redes LAN interconectadas mediante servicios de red pública.

#### **1.1.1 Descripción General de Redes Locales**

Las LAN se caracterizan por ser propiedad de una corporación, ser redes de alta velocidad y tener un diseño jerárquico. En la actualidad existen dos tipos de redes

de área local: las redes compartidas (son las primeras que aparecieron) y las redes conmutadas.

Las redes compartidas se caracterizan por la existencia de un medio compartido, en contraposición a los enlaces punto a punto de las redes públicas. Para que las redes compartidas puedan funcionar es necesario un protocolo de acceso al medio correspondiente al subnivel MAC.

### **1.1.2 Arquitectura de una LAN**

La arquitectura de protocolos de una LAN sigue el modelo de referencia OSI definido por ISO. La única variación, es que el nivel de enlace de datos se divide en dos subniveles: el MAC (control de acceso al medio) y el LLC (control del enlace lógico).

El MAC define el protocolo que se va a usar para controlar el acceso al medio, es decir, que las estaciones conectadas a la red vayan haciendo un uso progresivo del medio y no un uso simultáneo, que provocaría la aparición de colisiones (cuando dos o más estaciones transmiten a la vez).

Existen dos tipos de protocolos de acceso al medio: con colisiones, que permiten que aparezcan colisiones pero el protocolo inmediatamente lo soluciona (Ej.: ALOHA, CSMA, CSMA/CD,...), y sin colisiones, que no permiten que aparezcan colisiones (Ej.: paso de testigo,...).

La Arquitectura de procesamiento de una LAN suele ser distribuida (todos los elementos de la red tienen capacidad de procesamiento) y más concretamente, sigue el esquema cliente/servidor (los servidores tienen mayor capacidad que los clientes).

### 1.1.3 Topologías de las LAN

Una LAN está formada por muchos segmentos de velocidades diferentes (diseño jerárquico), siendo un segmento un conjunto de estaciones interconectadas mediante una LAN de un único tipo, con idénticas características de acceso para todas las estaciones.

Existen tres topologías básicas para un segmento de una LAN:

Dentro de la topología jerárquica se pueden distinguir dos tipos de segmentos:

De acceso, son aquellos a los que se conectan los terminales de usuario

Y troncales, que interconectan segmentos de acceso o segmentos troncales de nivel inferior. Los servidores se suelen conectar a los segmentos troncales porque ofrecen mayor capacidad de transmisión que los de acceso.

Al diseñar la red, siempre se realiza jerárquicamente, interconectando segmentos de velocidad creciente. Una LAN estará formada, por tanto, por segmentos y por dispositivos de interconexión, que son los encargados de interconectar los segmentos.

Los dispositivos de interconexión más utilizados en una red son:

**HUBS:** dispositivos que interconectan a nivel físico (como un repetidor).

Lo único que hacen es reconstruir la señal.

**PUNTES (bridges):** interconectan a nivel de enlace de datos. Lo que hacen es copiar tramas. Además, también realizan un filtrado del tráfico en función de la dirección MAC.

**ENCAMINADORES (routers):** Elementos de interconexión a nivel de red. Cuando recibe un paquete, analiza su dirección destino y en base a un algoritmo de encaminamiento, decide por qué línea de salida retransmite el paquete.

CONMUTADORES (switches): son dispositivos que pueden interconectar a nivel dos o a nivel tres. La diferencia con respecto a los bridges y routers es la tecnología interna de interconexión. Los conmutadores realizan conmutación, con lo cual las colisiones no son posibles. La tendencia hoy en día es a una mayor utilización de los conmutadores en detrimento de los puentes y routers, ya que en un segmento que une dos conmutadores no pueden haber colisiones, y eso mejora la eficiencia de la red. Por lo tanto, las redes conmutadas están ganando terreno a las redes compartidas. Así, en una LAN, encontraremos normalmente hubs, que se encargan de distribuir la señal y dan lugar a colisiones, y conmutadores, que se encargan de encaminar el paquete a su destino y no dan lugar a colisiones.

#### 1.1.4 Estándarización de las LAN:

En 1985 se aprobó la norma IEEE 802.x para las redes de área local. Esta norma define un protocolo de enlace de datos común a todas las familias, el 802.2 LLC. Y debajo de éste, define otros tres estándares, que incluyen al MAC como nivel físico en su definición, luego cambia la definición del nivel físico pero no del MAC.

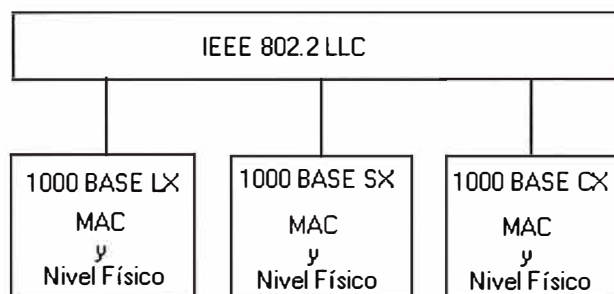


Fig. 1.1 .- Estándares IEEE 802.3

La definición de un protocolo de enlace de datos común aporta una ventaja considerable, la interoperabilidad, ver Fig 1.1 Posteriormente, se sumó el protocolo FDDI para nivel físico y MAC, que no pertenece a IEEE, sino a ANSI, pero que es compatible con los estándares IEEE porque está pensado para usar el 802.2 LLC.

## **1.2 Tecnología Ethernet**

En Ethernet se pueden distinguir tres categorías principales, que se usan en redes de Área Local (Lan).

- a) Ethernet y especificaciones de IEEE 802.3---LAN que funcionan en 10 Mbps sobre el cable coaxial.
- b) 100-Mbps Ethernet escoge la especificación del LAN, también conocida como Ethernet rápida, que funciona en 100 Mbps sobre par trenzado.
- c) 1000-Mbps Ethernet escoge la especificación del LAN, también conocida como Gigabit Ethernet, que funciona en 1000 Mbps (1 Gbps) sobre fibra y par trenzado.

### **1.2.1 Ethernet y Ethernet de IEEE 802.3**

El estándar IEEE 802.3 es para una LAN CSMA/CD persistente. Lo que quiere decir que cuando una estación quiere transmitir, escucha el canal. Si el canal está ocupado, la estación espera hasta que se desocupe; de otra manera, transmite de inmediato. Si dos o más estaciones comienzan a transmitir al mismo tiempo por un cable inactivo, habrá colisión. Todas las estaciones en colisión terminan entonces su transmisión, esperan un tiempo aleatorio y repiten de nuevo todo el proceso.

El estándar 802.3 tiene una historia interesante. El comienzo real fue el sistema ALOHA construido para permitir la comunicación por radio entre máquinas



diseminadas por las isla Hawaianas. Posteriormente, se agregó detección de portadora, y Xerox Parc construyó un sistema CSMA/CD de 2.94 Mbps para conectar mas de 100 estaciones de trabajo personales a un cable de 1 Km.

La Ethernet de Xerox tuvo tanto éxito que Xerox, DEC e Intel diseñaron un estándar para ethernet de 10 Mbps. Este estándar formó la base del 802.3. El estándar 802.3 publicado difiere de la especificación Ethernet en cuanto a que describe una familia completa de sistemas CSMA/CD persistente, operando a velocidades de 1 a 10 Mbps en varios medios. También, el único campo de cabecera difiere entre los dos(el campo de longitud del 802.3 se usa para el tipo de paquete de Ethernet). El estándar inicial también da los parámetros para un sistema de banda base de 10 Mbps usando cable coaxial de 50 ohms. Los demás grupos vinieron después.

Ethernet e IEEE 802,3 se ponen en ejecución generalmente en una tarjeta de interfaz o en trazado de circuito en una tarjeta de circuito primaria. Las convenciones que cablean Ethernet especifican el uso de un transmisor-receptor, asociar un cable al medio físico de la red. El transmisor-receptor realiza muchas de las funciones de la capa física, incluyendo la detección de la colisión.

El cable del transmisor-receptor conecta estaciones del extremo con un transmisor-receptor.

IEEE 802,3 prevé una variedad de opciones para cableado, una de las cuales es una especificación designada 10Base5. Esta especificación es la más cercana a Ethernet.

El cable que conecta se refiere a una interfaz de la unidad de conexión (AUI), el dispositivo de conexión de la red se llama una unidad de la conexión de la media (MAU), en vez de un transmisor-receptor.

### **1.2.2 Ethernet y IEEE 802.3 Operación**

En el ambiente difundir-broadcast-based de Ethernet, todas las estaciones consideran todos los marcos puestos en la red. Después de cualquier transmisión, cada estación debe Examinar cada marco para determinarse si esa estación es un destino. Los capítulos identificados según lo previsto para una estación dada se pasan a un protocolo de Capa-Alta.

El protocolo de acceso definido por la norma IEEE 802.3, se trata de un protocolo CSMA/CD con características además persistentes. Por tanto, se pueden producir colisiones en la operación del protocolo en dos situaciones:

- a) Cuando una estación detecta el canal como libre pero en realidad, debido al tiempo de propagación de las señales en el mismo, otra estación ya había empezado a transmitir.
- b) Cuando más de una estación intenta transmitir durante el tiempo de transmisión de una trama en curso, ambas se esperan a que acabe, y después del llamado tiempo entre tramas colisionan en el acceso al canal.

Cuando la estación detecta una colisión deja de transmitir la trama y entra en lo que se denomina una ventana de contienda, definida por el llamado algoritmo de back-off que consiste en lo siguiente:

- a) Cada una de las estaciones implicadas en la colisión realiza un cálculo de tiempo denominado backoff dependiente del número de reintentos de transmisión con colisión.
- b) Cada estación espera el número de slots de tiempo elegidos antes de reintentar la transmisión.
- c) Si las estaciones eligen el mismo número de slots volverán a colisionar, y cada una de ellas incrementa su contador  $i$ .
- d) Antes de transmitir, la estación comprueba si el canal está libre y si no es así, espera a que quede libre al finalizar la trama en curso.

### **1.2.3 Estructura del marco**

Cada marco comienza con un preámbulo de 7 bytes, cada uno de los cuales contiene el patrón de bits 10101010. La codificación Manchester de este patrón produce una onda cuadrada de 10 MHz durante 5.6 mseg para permitir que el reloj del receptor se sincronice con el del transmisor. A continuación viene un byte de inicio de marco(SOF) que contiene 10101011 para indicar el inicio del marco mismo.

El marco contiene dos direcciones, una para el destino y una para el origen. El bit de orden mayor de la dirección de destino es 0 para direcciones ordinarias y 1 para direcciones de grupo. Las direcciones de grupo permiten que varias estaciones escuchen en un sola dirección cuando se envía a esta dirección todas la s estaciones de grupo lo reciben.

El empleo del bit 46 (adyacente al bit de orden mayor) para distinguir las direcciones locales, son asignadas por cada administrador de la red y no tienen significado fuera de la red local. Y de las globales que son asignadas por el IEEE para asegurar que no haya dos estacione en ningún lugar del mundo que tengan la misma dirección global.

El campo de longitud indica cuantos bytes están, presentes en el campo de datos, de un mínimo de 0 a un máximo de 1500. El 802.3 establece que los marcos válidos deben tener cuando menos 64 bytes de longitud, desde la dirección de destino hasta la suma de comprobación. Si la parte de datos de un marco es de menos de 46 bytes, se usa el campo de relleno para rellenar el arco al tamaño mínimo.

El campo final del 802.3 es la suma de comprobación (FCS). Si algunos bits de datos se reciben erróneamente(debido a ruido del cable),la suma de comprobación casi con certeza estará mal, y se detectará el error. El algoritmo de suma de comprobación es una verificación de redundancia cíclica.

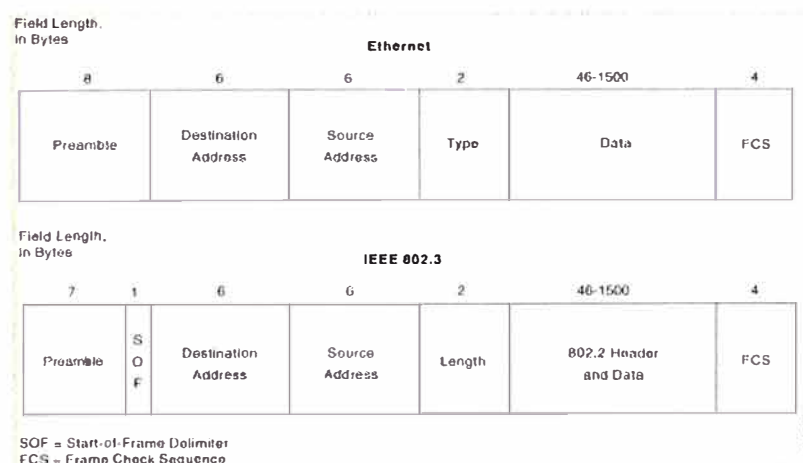


Fig. 1.2 .- Tramas Ethernet y IEEE802.3

### 1.2.4 Ethernet y IEEE 802,3 mantienen diferencias

Aunque Ethernet y IEEE 802,3 son absolutamente similares en muchos aspectos, ciertas diferencias de servicio distinguen las dos especificaciones. Ethernet proporciona los servicios que corresponden a las capas 1 y 2 del modelo de referencia OSI, e IEEE 802,3 especifica la capa física (capa 1) y la porción del canal-acceso de la capa de la conexión (capa 2.) Además, IEEE 802,3 no define un protocolo lógico de conexión de control sino especifica varios, diversas capas físicas, mientras que Ethernet define solamente uno. La Fig. ilustra el lazo de Ethernet y de IEEE 802,3 al Modelo de referencia OSI

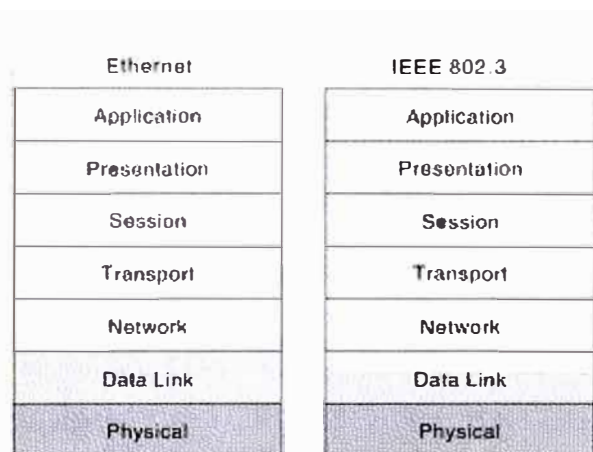


Fig. 1.3.- Pila de protocolos

Los componentes utilizados en el medio físico para 100BaseT para el establecimiento de una conexión física incluyen lo siguiente:

- El dispositivo del Medio físico. \_ lleva señales entre los Ordenadores y puede ser uno de tres tipos de medio 100BaseT: 100BaseTX 100BaseFX 100BaseT4
- Interfaz de Medio Dependiente (MDI)--- MDI es un interfaz mecánico y Eléctrico entre la medio de transmisión y el dispositivo de capa física.
- Dispositivo de capa física (PHY)--- PHY proporciona cualquier operación de 10- a 100-Mbps y puede ser un conjunto de circuitos integrados (o de una tarjeta) en un

acceso de Ethernet, o un dispositivo externo provisto de un cable MII. MII en un dispositivo 100BaseT (similar a un transmisor-receptor de Ethernet 10-Mbps).

d) Interfaz de Media-Independiente (MII)---MII se utiliza con un transmisor-receptor externo 100-Mbps para conectar un dispositivo de Ethernet 100-Mbps con cualesquiera de los tres tipos de medio. El MII tiene un enchufe y un cable de 40- contactos que se estira hasta 0,5 metros.

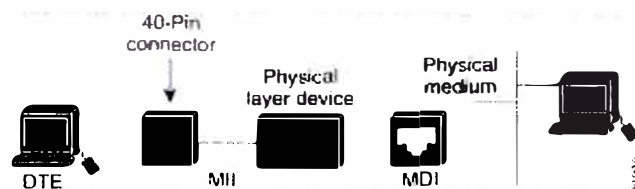


Fig. 1.4 .- Elementos de una conexión

Elementos necesarios para la conexión, y la operación en 100BaseT y 10BaseT utiliza los mismos 802,3 métodos del acceso del MAC de IEEE y de detección de la colisión, y también tienen los mismos requisitos del Formato y de longitud del marco. La diferencia principal entre 100BaseT y el 10BaseT (Con excepción del diferencial obvio de la velocidad) es el diámetro de la red.

El diámetro máximo de la red 100BaseT es 205 metros, que es aproximadamente 10 veces menos que Ethernet 10-Mbps. La reducción del diámetro de la red 100BaseT es necesaria porque 100BaseT utiliza el mismo mecanismo de colisión-detección que 10BaseT. Con 10BaseT, se definen las limitaciones de distancia de modo que una estación sepa que mientras transmite la talla legal más pequeña del marco (64 octetos) que ha ocurrido una colisión. Con otra estación que enviaba que estaba situada en la punta más lejana del dominio. Para alcanzar el rendimiento de procesamiento creciente de 100BaseT, la talla del dominio de colisión tuvo que

contraerse. Esto es porque la velocidad de propagación del medio no ha cambiado, así que una estación que transmite 10 veces más rápidamente debe tener una distancia máxima que sea 10 veces menos. Consecuentemente, cualquier estación sabe dentro de los primeros 64 octetos si ha ocurrido una colisión con cualquier otra estación.

### **1.2.5 Tipos de Cable**

Utiliza los tipos siguientes de cable:

a) 4-par categoría 3UTP UTP (10Base5, coaxial grueso)

Opera a 10 MBpps, usa señalización de banda base y puede manejar segmentos de hasta 500 metros. Las conexiones se hacen usando derivaciones vampiro, en las que se introduce cuidadosamente una punta hasta la mitad del núcleo del cable coaxial.

b) 2-par categoría 4 o 5 UTP

Más fácil de doblar. Las conexiones se hacen usando conectores BNC estándar. Es mucho más barato y más fácil de instalar, pero solo puede extenderse 200 metros, y puede manejar solo 30 máquinas por segmento de cable.

c) 10 Base T (par trenzado)

No hay cable en absoluto, sólo el concentrador (una caja llena de circuitos electrónicos). Para agregar o añadir estaciones es más sencillo con esta configuración, y las rupturas se pueden detectar con facilidad, la desventaja es que la longitud máxima del cable es de sólo 100 metros, o 150 si se usa para trenzado de alta calidad

d) Fibra óptica

Esta alternativa es cara debido al costo de los conectores y los terminadores, pero tiene excelente inmunidad contra el ruido y es el método a usar para conexiones entre edificios o entre concentradores muy separados.

Cada versión 802.3 tiene una longitud máxima del cable por segmento. Para permitir redes mayores, se pueden conectar cables múltiples mediante repetidores.

Un repetidor es un dispositivo de capa física que recibe, amplifica y retransmite señales en ambas direcciones. En lo que concierne al software, una serie de segmentos de cable conectados mediante repetidores no es diferente a de un solo cable (excepto por el retardo introducido). Un sistema puede contener múltiples repetidores, pero ningún par de repetidores puede estar separado por más de 2.5 KM y ninguna trayectoria entre dos trancectores puede atravesar más de cuatro repetidores.

Características	Ethernet	IEEE 802.3 Valores				
	Valores	10Base5	10Base2	10BaseT	10BaseFL	100BaseT
Data rate (Mbps)	10	10	10	10	10	100
Señal	Banda Base	Banda Base	Banda Base	Banda Base	Banda Base	Banda Base
Longitud Máximo segmento (m)	500	500	200	100	2,000	100
Media	Coaxial grueso	Coaxial grueso	Coaxial delgado	Par trenzado	Fibra Óptica	Unshielded twisted-pair cable
Topología	Bus	Bus	Bus	Estrella	Punto a punto	Bus

Fig. 1.5 .- Parametros de Operación

Ventajas de cada tipo de cable:

10Base5 coaxial grueso: Bueno para backbone.(columna vertebral)

10Base\_T ; Par trenzado: Fácil mantenimiento.

10Base\_T ; Fibra óptica; mejor entre edificios



## **CAPÍTULO II**

### **TECNOLOGÍA ATM SOBRE UNA LAN**

La forma como se adapta ATM a una LAN de manera más frecuente es a través de LAN emulada, y que en sus inicios se justifico por todos sus medios y por las bondades que ATM insertaba dentro de una LAN, en la actualidad muchas tecnologías hacen lo mismo sin emular LANs. La finalidad principal de emular LANs no solo era de acceder de distinto medio a los usuarios finales si no para administrar la red a través de LAN virtuales, como son la VLAN, que pasamos a describir.

#### **2.1 Definición de Vlan**

Una VLAN se encuentra conformada por un conjunto de dispositivos de red, los cuales funcionan de igual manera como lo hacen los de una LAN, pero con la diferencia de que las estaciones que constituyen la VLAN no necesariamente deberán estar ubicadas en el mismo segmento físico. La VLAN básicamente es una subred definida por software y es considerada como un dominio de broadcast.

## **2.2 Bases de la Tecnología de Switcheo**

Generalmente tiende a aliviar la congestión producida por Ethernet, Token Ring y FDDI al reducir significativamente el tráfico de Broadcast, aumentando el ancho de banda útil. Están diseñados para operar con las arquitecturas existentes (Hubs) y pueden ser instalados con un mínimo de condiciones.

La tecnología de los Switches es muy similar a la tecnología de Bridge. En este caso el Bridge se encarga de unir dos segmentos de red con diferente subcapa MAC, copiando tramas de un lado a otro, en caso que sea necesario, respetando el formato del encabezado de la misma.

Como los Bridges, los Switches conectan 2 segmentos de red de acuerdo a una tabla de direcciones MAC, para saber en que segmento transmitir la trama entrante.

Sobre Ethernet, se mejora la utilización del ancho de banda del medio de transmisión, al segmentar la red en dominios de colisión y selectivamente transmitir el tráfico presente al segmento adecuado.

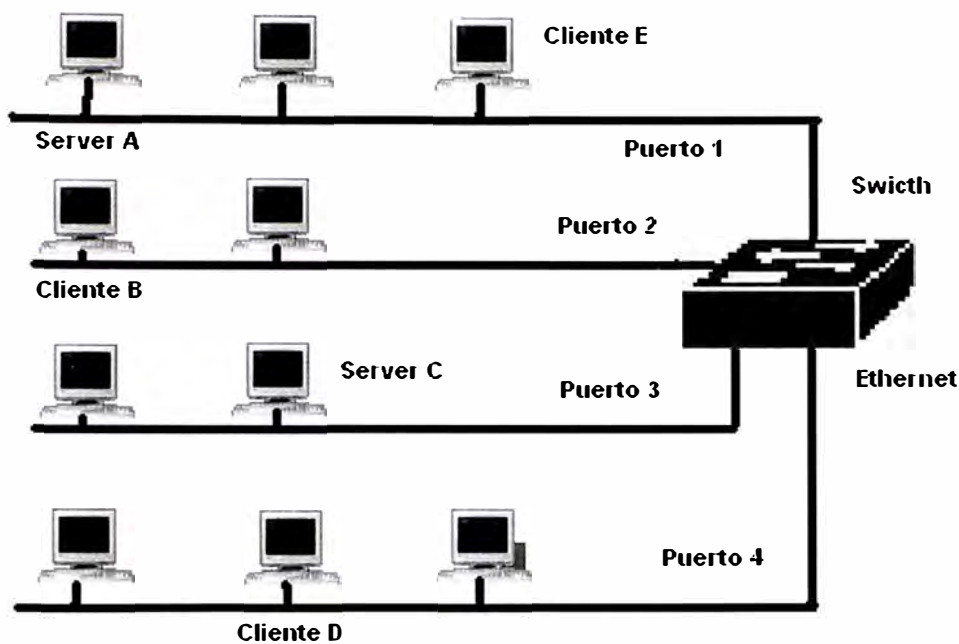


Fig. 2.1 .- Segmento conmutado

De acuerdo a la Fig. 2.1, el servidor A puede comunicarse con el cliente B, transmitiendo tramas desde el puerto 1 al 2; y, simultáneamente el servidor C puede comunicarse con el cliente D transmitiendo tramas desde el puerto 3 al 4. No necesita pasar por el Switch si se está en el mismo segmento.

Igualmente importante, los Routers son vitales para la tecnología de Switcheo, ya que de ellos depende la comunicación entre los grupos de trabajo definidos para cada VLAN.

Además, proveen un acceso a recursos distribuidos, tales como servidores de correo, bases de datos y aplicaciones específicas; adicionalmente, conectan partes de la red que lógicamente están segmentadas de la manera tradicional y permiten un acceso remoto a través de enlaces WAN.

Los Switches de la Fig. 2.2 poseen un puerto de consola y 2 puertos con Fast Ethernet 100Mbps. Además, están distribuidos de tal manera que en cada slot se encuentran hasta 4 puertos, con un total de 5 slots. Se tiene que, 2/2 es el 2 puerto del 2 slot.

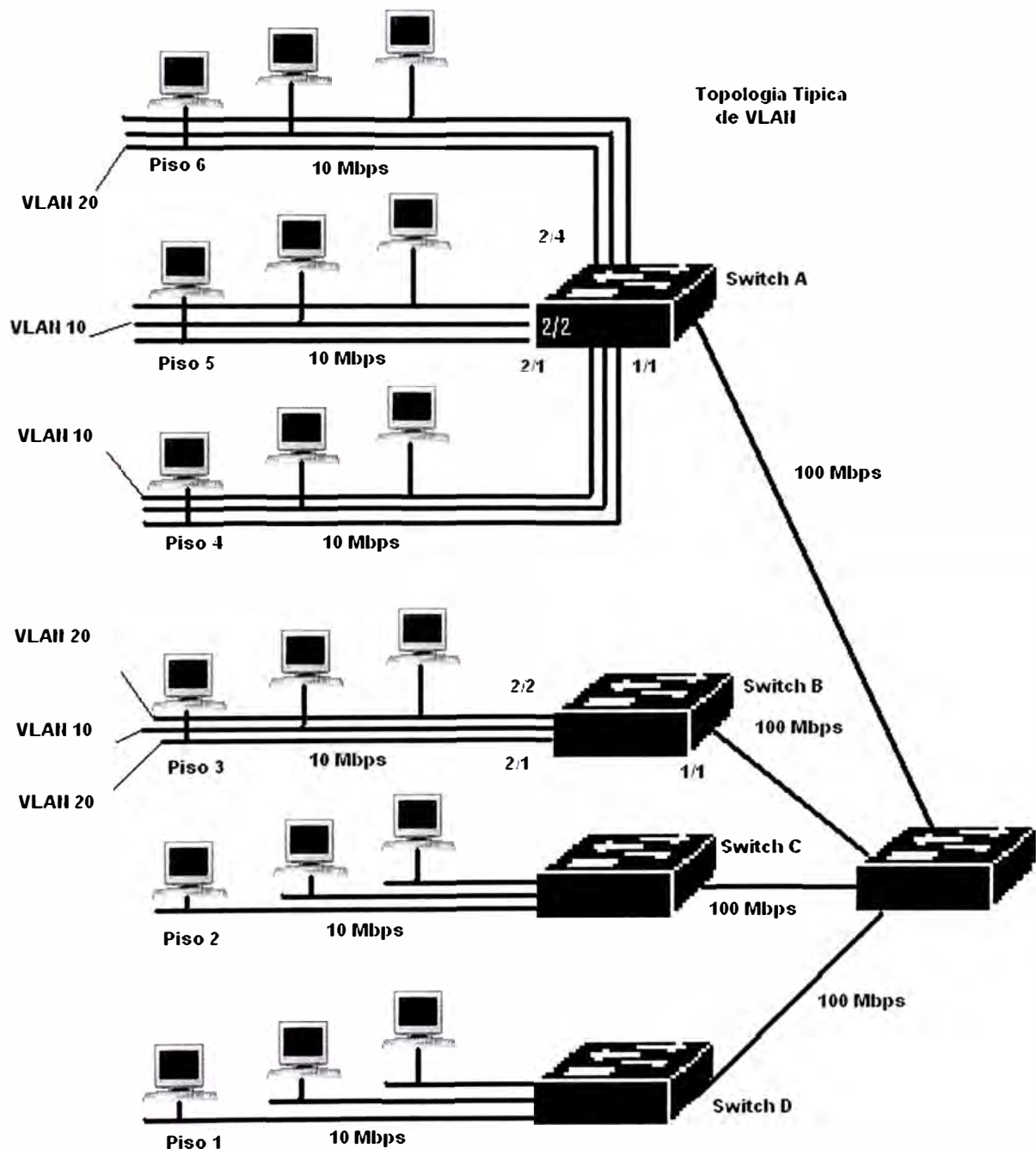


Fig. 2.2 .- Dominios de Broadcast segmentados

El protocolo de comunicaciones es ISL (Inter Switch Link), el cual como se vera más adelante aumenta una cabecera de 30 bytes. Se puede observar que se han definido VLAN20 sobre el puerto 4 slot 2 del Switch A, puertos 3 y 1 slot 2 del Switch B y así con la VLAN10.

Si en los puertos 3 o 1 del slot 2 en el Switch B, se produce una trama, el Switch B lo encapsula con una cabecera ISL y lo destina al Switch E, este a su vez verifica la cabecera para constatar que pertenece a la VLAN20, luego, lo evacua por el puerto 2/2 hacia el Switch A, este a su vez remueve la cabecera ISL y verifica si el destino es multicast, A continuación se muestran las configuraciones de los Switches A, B y E

Para el Switch A:

```
set vlan 10 2/1,2/2
```

```
set vlan 20 2/4
```

```
set trunk 1/1, 10,20
```

En este caso se tiene que, se crea a VLAN10 sobre los puertos 1 y 2 del slot 2, VLAN20 en el puerto 4 del slot 2 y una salida para las dos VLAN de 100Mbps por el puerto 1 del slot 1.

Igualmente para los otros Switches se tiene:

Para el Switch B:

```
set vlan 10 2/2
```

```
set vlan 20 2/1, 2/3
```

```
set trunk 1/1 10,20
```

Para el Switch E:

```
set trunk 2/1 10,20
```

```
set trunk 2/2 10,20
```

## 2.3 Tipos de Vlans existentes

Existen varias formas de definir una VLAN, las cuales se pueden dividir en 4 tipos generales como son:

### 2.3.2 Basadas en Agrupaciones de Puertos

En este caso se definen grupos de trabajo de acuerdo a agrupaciones de los puertos existentes en los Switches, es decir, puertos 1,2,3 pertenecen a la VLAN A y 4,5 a la VLAN B. Esto inicialmente se implemento en un solo Switch, luego la segunda generación se oriento a realizarlo en múltiples Switches, tal y como se presenta enseguida:

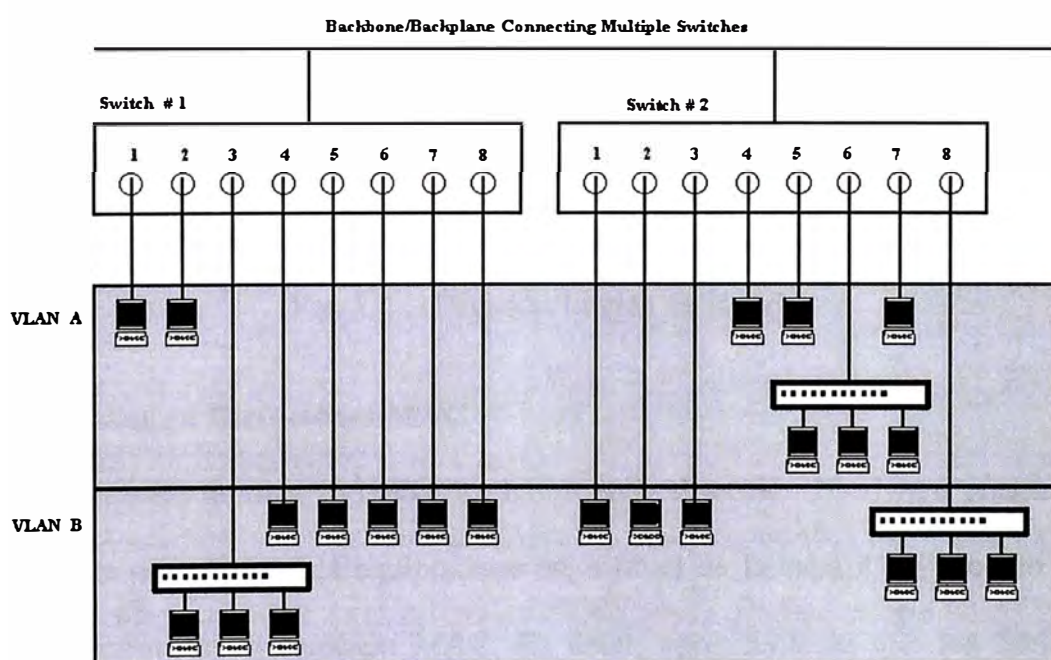


Fig. 2.3 .- Conexión del Backbone con multiples switches

Esta es la manera más común de definir los grupos de trabajo en una VLAN, su facilidad depende de la “inteligencia” de cada Switch. A pesar de esto, se crea una pequeña dificultad al intentar mover un equipo de un puerto a otro, ya que hay que tener en cuenta a que VLAN pertenece antes de hacer el cambio, es decir, fácilmente se puede cambiar de una VLAN a otra solo con el hecho de mover a un usuario de un puerto a otro. Además, señalización entre ellos, lo cual se convierte en un aumento de la utilización del ancho de banda.

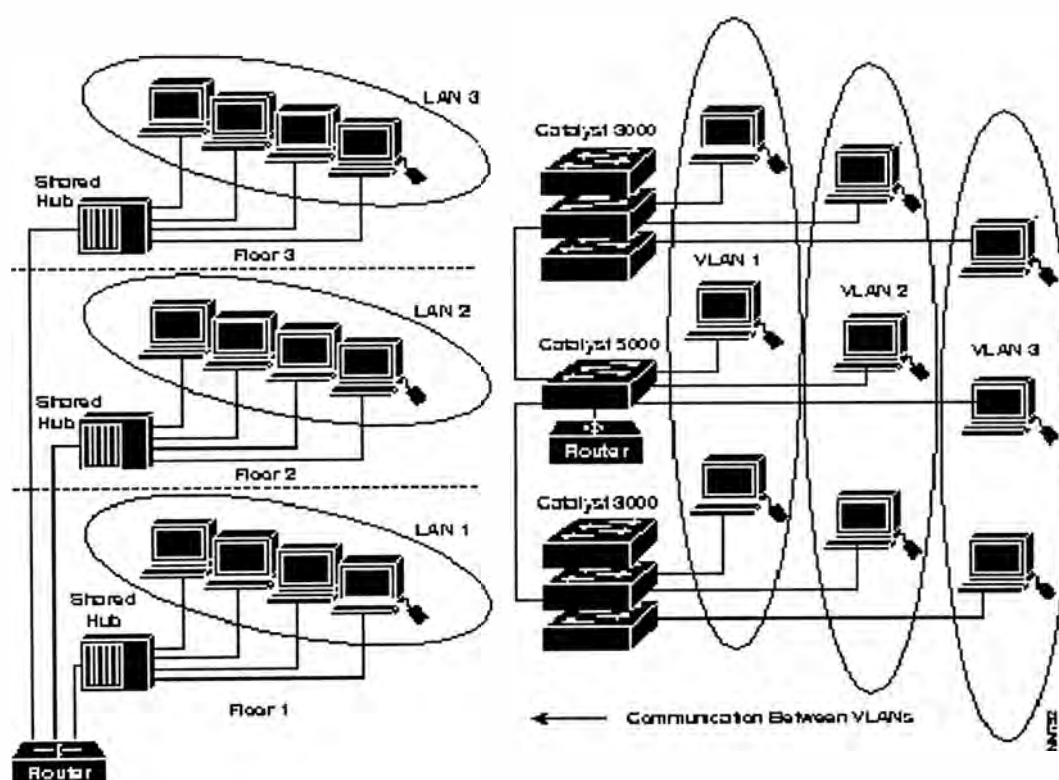


Fig. 2.4 .- División Logica de la red

### 2.3.3 Basadas en Direcciones MAC

Como su mismo nombre lo indica, se basan en la dirección Hardware presente en cada tarjeta de red de cada equipo, esto es, a nivel de la capa 2 del modelo OSI, específicamente en la subcapa MAC. Es decir, aprovechando que los Switches operan con tablas de direcciones MAC, estas mismas tablas se pueden agrupar de

tal manera que se puedan conformar grupos de trabajo y así crear una VLAN. Esto permite que cualquier cambio de locación del equipo, no involucre un cambio de su configuración ni en el configuración de la red, de tal manera que se conserva su pertenencia a la misma VLAN. Inicialmente uno de los principales inconvenientes era que la configuración inicial debía hacerse, en su totalidad desde el principio; luego, los proveedores migración a utilizar diferentes herramientas que les permitan un fácil seguimiento de los posibles usuarios que se puedan agregar o quitar. Otro inconveniente se presenta cuando, por algún motivo falla la tarjeta de red del equipo, lo cual implica un cambio de la misma, es decir un cambio de la dirección MAC, esto hace que regularmente se actualizan las direcciones pertenecientes a determinada VLAN, aunque este inconveniente es poco común.

#### **2.3.4 Basadas en la Capa 3 del Modelo OSI**

En este caso, existen 2 posibilidades, primera basadas en direcciones IP, y segunda basadas en tipos de protocolos de la capa 3. De esta manera, desde el punto de vista del Switch, este inspecciona los números IP de las tramas que le llegan o simplemente sirve de puente entre las VLANs definidas para diferentes protocolos. No se lleva a cabo ningún tipo de ruteo o algo similar. Debido a esto, algunos proveedores incorporan cierta inteligencia a sus Switches adaptándolos con ciertas capacidades a nivel de la capa 3. Esto es, habilitándolos para tener funciones asociadas con el ruteo de paquetes.

Existen ventajas al respecto, primero permite la convivencia en el mismo medio físico de varios protocolos al nivel de la capa 3; segundo, permite movimientos de



estaciones de trabajo sin reconfigurarlas; tercero, elimina la necesidad de la señalización entre Switches, ahorrando ancho de banda.

Una de las principales desventajas de este tipo de implemento de una VLAN, es que en este caso el Switch es más lento que en los casos anteriores al tener facultades para operar sobre la capa 3 del modelo OSI. También, existen problemas cuando se trabaja con protocolos no-ruteables tales como como NetBIOS, es decir, sus tramas no se pueden diferenciar de otros protocolos y por ende no pueden ser definidas como una VLAN.

#### **2.3.4 Basadas en Grupos de Multicast**

En este caso lo que se tiene es un conjunto de direcciones IP, al cual le llegan paquetes vía Multicast, estos paquetes son enviados a direcciones proxy para que a partir de aquí se definan las direcciones IP que están autorizadas a recibir el paquete, esto se hace dinámicamente. Cada estación de trabajo, obtienen la oportunidad de escoger un tipo particular de grupo con direcciones IP Multicast, respondiendo afirmativamente a la notificación tipo Broadcast. Esto se presta para que las VLAN trasciendan a conexiones al nivel de WANs.

### **2.4 Implementaciones**

Para tener redes virtuales que se puedan extender en diferentes ciudades incluso países se hace necesario la interconexión de los switches entre sí, a esta interconexión es a lo que se le denomina el backbone, y este se puede implementar

de diferentes formas. De otro lado, es necesario resolver como se efectuara la comunicación de las VLANS entre si y que solución será más económica y rápida.

### 2.4.1 VLANS con Backbone en ATM

Combinando VLANs con redes ATM se crea una arquitectura de red que está directamente relacionada con el concepto de emular LANS en ATM denominadas ELANS, por esta razón hay que comprender éste concepto.

a) Emulación de LANS (ELANS) :cuando se tienen redes locales (LANs) los equipos funcionan con esta tecnología, al introducir tecnología ATM, la red se convierte en una mezcla de 2 tecnologías: por un lado una tecnología orientada a no-conexión, que es el caso de las LANS y por el otro una orientada a conexión como en el caso de ATM. En el caso de las LANS se trabaja con direcciones MAC, mientras en ATM se usan direcciones ATM y se establecen circuitos virtuales permanentes (PVCs), por esta razón se hacen cambios de direcciones MAC a ATM.

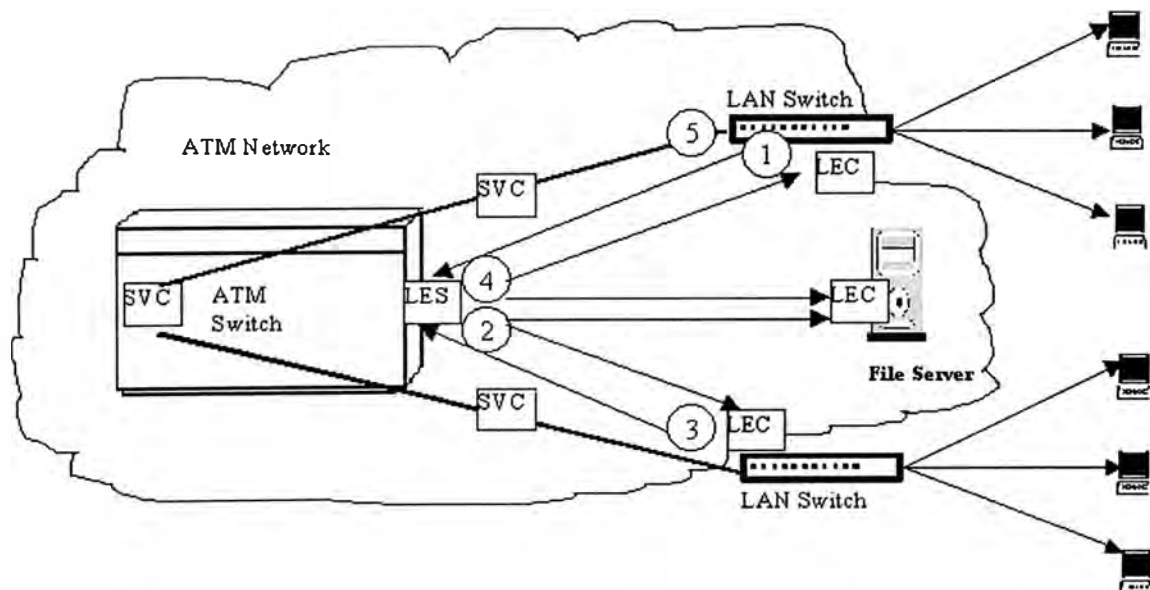


Fig. 2.5 .- LAN Emulada

### **2.4.2 Cómo funciona una ELAN?**

El switch LAN recibe una trama de una estación conectada a una red Ethernet, esta trama se dirige hacia otra estación Ethernet por el backbone ATM, la red Ethernet esta conectada al switch LAN, y este a su vez deberá conectarse con un switch ATM para que la trama viaje por el backbone hasta su destino, en esta conexión deberá existir un dispositivo que haga el cambio de formato de trama. Este dispositivo que se ubica en el switch LAN se le conoce como LEC, el LEC (Emulador de Clientes LAN) envía un requerimiento a el LES (Emulador de Servidor LAN) que se ubica en el switch ATM para conocer la dirección ATM correspondiente a la trama MAC enviada.

El LES envía una dirección Multicast a todos los otros LECS conectados a la red, preguntando a quien se dirige la trama MAC. Solamente el LEC cuya dirección corresponda, le responde al LES.

El LES envía una dirección broadcast con la respuesta, a todos los demás LECS. El LEC original reconoce esta respuesta y aprende la dirección ATM estableciendo un circuito virtual, esto es, toda la comunicación que realice con la estación lejana se hará por este mismo circuito virtual, lo que quiere decir que se ha establecido la conexión.

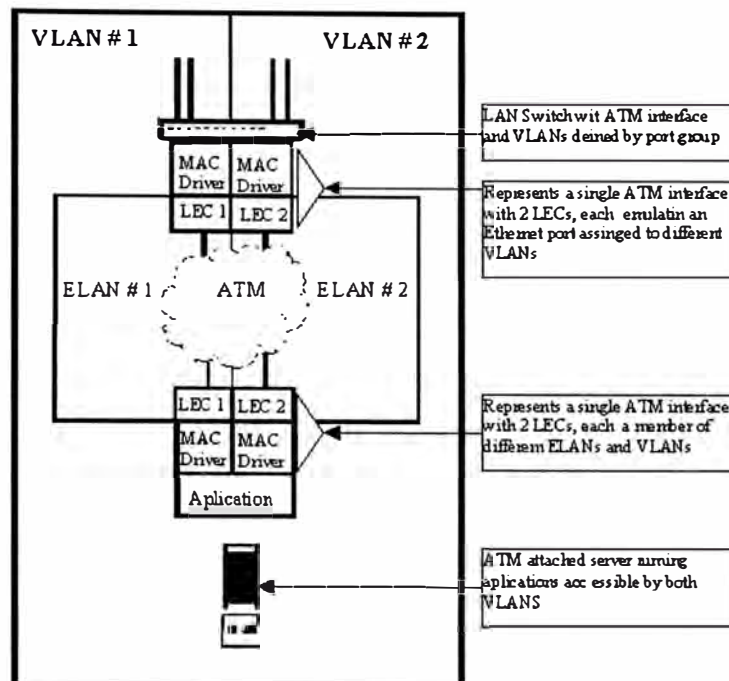


Fig. 2.6 .- Funcionamiento de una ELAN

Ahora, cuando se tiene una VLAN definida por puertos de switch, la interface del switch con ATM será tratada del mismo modo que un puerto Ethernet cualquiera, es decir, en un lado de la red se conecta el switch que manejará las VLANs, este switch para poder conectarse al backbone ATM requerirá un LEC, uno por cada red virtual (VLAN) y al otro lado de la red podrán existir switches LAN o switches ATM.

Con ATM se obtiene una conexión donde los paquetes que van de un punto a otro usan el mismo camino. Es importante anotar que un único dispositivo ligado a la red ATM podrá pertenecer a diferentes VLANs si cuenta con varios LECS, es decir, se presenta superposición.

La superposición permite que diferentes VLANS acceden a un mismo recurso por ejemplo una impresora sin necesidad de comunicarse entre ellas, así pues con un backbone ATM diferentes VLANS podrá acceder a un mismo servicio solamente usando switchs (ya se sabe que ATM se basa en conmutación de switchs) y no se requerirán enrutadores, sino, en algunos casos donde las VLANS tengan que estar completamente separadas.

### **2.4.3 Conexión entre VLANS**

Aun queda un problema por resolver, como se comunicaran las VLANS entre si? En este caso se requiere necesariamente de un enrutador y existen diferentes formas de implementarlo.

a) Errutar en el enlace (Edge Router): Esto dice, que la función de enrutar a través el backbone ATM esta incorporada a cada switch LAN. Así, el trafico entre diferentes VLANS podrá ser switchheado con mínimo retardo pues esta labor se desarrolla dentro del mismo switch, eliminando el tiempo que tardará cada paquete en ir hasta un enrutador y luego ser enviado a la VLAN correspondiente.

Esta solución tiene varias ventajas, la primera es que el enrutamiento no es centralizado lo que lo hace más robusto, y la ventaja más importante es que se puede implementar en ambientes donde existan equipos de múltiples vendedores. La desventaja es que se deben manejar varios dispositivos físicos y esto puede ser dispendioso, además de costoso por los múltiples equipos que se deben obtener.

b) Un solo Enrutador (One-Armed Router): En este caso la función de enrutar la tiene un solo dispositivo, para realizar el enrutamiento cada switch LAN tendrá un enlace con un switch ATM y este un único enlace con el enrutador, de esta forma solamente los paquetes que necesitan ser enrutados pasarán al enrutador, los demás seguirán derecho por el backbone.

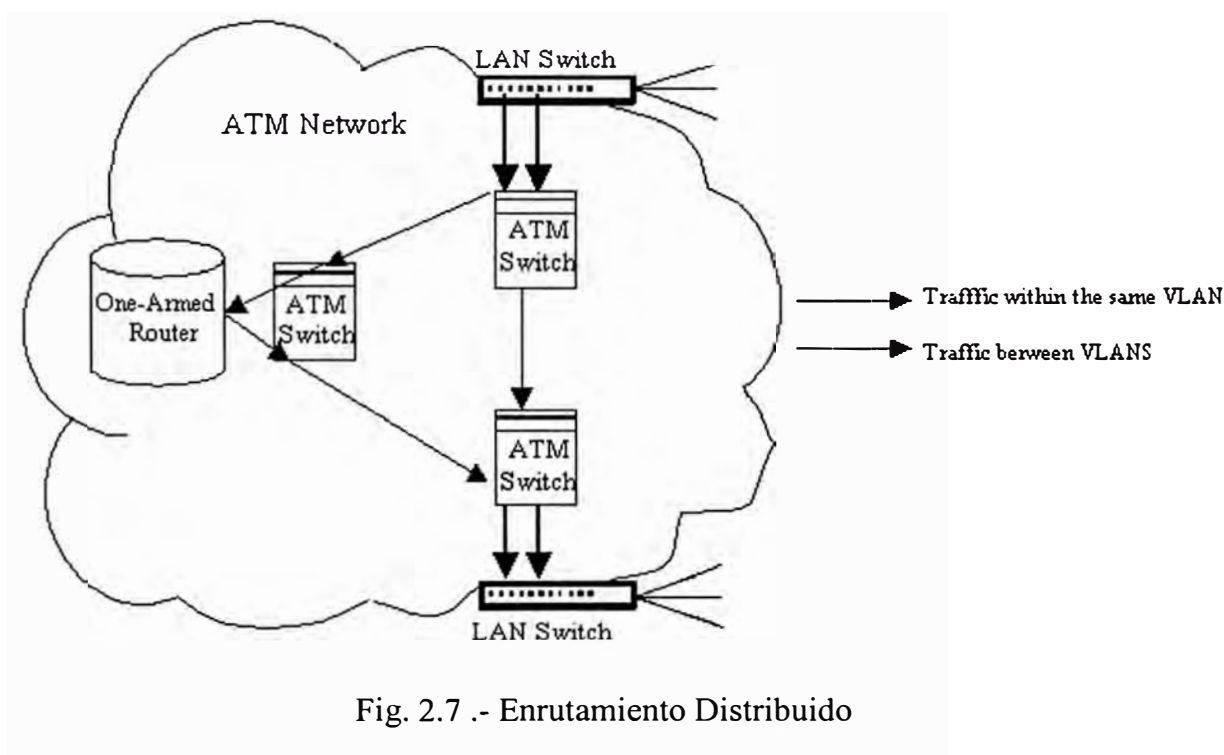


Fig. 2.7 .- Enrutamiento Distribuido

*Servidor para enrutar (Router Server):* Este modelo se asemeja físicamente al anterior pero su función lógica es diferente, pues la función de enrutar se hace de forma distribuida. En el modelo anterior un paquete que se dirige de una estación A hacia una estación B, es enviado al Enrutador donde espera a que se establezca la conexión; en cambio, en éste caso el mismo paquete espera en la memoria caché del switch LAN a que sea establecida la conexión para transmitir. En este proceso el paquete en si nunca pasa a el Enrutador, solamente se pasa la señalización necesaria para establecer la conexión.

La conexión de éste modelo es que se ahorra tráfico y saltos de la información al no tener que ir hasta el enrutador y después ser enviada. Las ventajas son: las implementaciones deben hacerse con un único vendedor, los servidores para enrutar solamente soportan protocolo IP y será switches más complejo.

**MPOA:** Multiprotocolo sobre ATM este protocolo aun se esta definiendo y se han propuesto diferentes modelos, se espera que suministre una conexión virtual directa entre dispositivos de red ATM que se encuentren en diferentes subredes. Es decir, MPOA puede comunicar estaciones que hagan parte de diferentes ELANS directamente a través de la red ATM sin requerir la intervención de enrutadores.

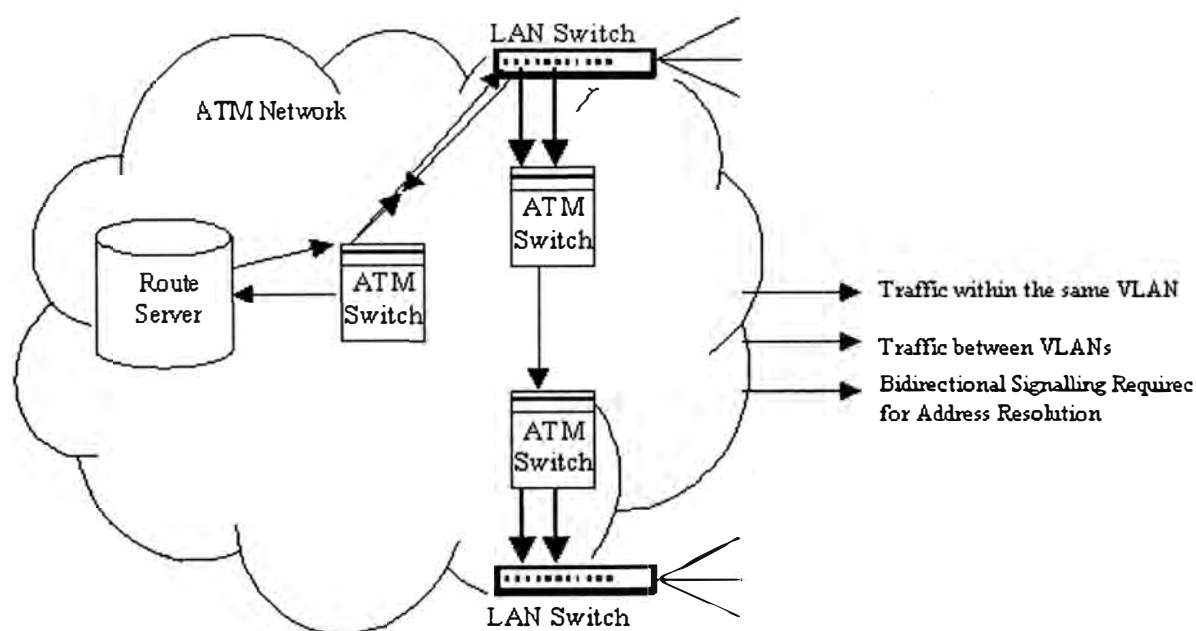


Fig. 2.8 .- Multiprotocolo sobre ATM

#### 2.4.4 Comunicación de Información en una Vlan

Existen 3 métodos para comunicar la información entre Switches a través de un a Backbone: Mantenimiento de Tablas, encapsulado de tramas y TDM.

En el mantenimiento de tablas a través de señalización, lo que se tiene es una tabla que asocia, ya sea direcciones MAC o número de puertos, para cada VLAN definida. Esta información es comunicada periódicamente a otros Switches de la red. Los cambios que se hagan deben hacerse manualmente por el administrador de la red, directamente en el equipo (switch), claro está, esto depende mucho del proveedor. El constante envío de señalización necesaria para mantener al día las tablas en los Switches causa una significativa congestión, por lo que este método no es particularmente bueno.

En el encapsulado de tramas, se agrega una cabecera con la información suficiente para identificar de manera unívoca cada VLAN definida. Esto corre el peligro de sobrepasar el tamaño máximo permitido por la subcapa MAC. Estas cabeceras adicionan una sobrecarga al tráfico de la red.

TDM trabaja de igual manera que en otros sistemas para soportar tráfico de diverso tipo a través de un mismo medio. En este caso, se tienen canales reservados para cada VLAN.

Esta aproximación evita problemas de sobrecarga de la señalización y del encapsulado de tramas, pero, desperdicia ancho de banda, ya que no se puede utilizar el canal asignado a otra VLAN que puede estar con baja carga.



### **2.4.5 Futuro de las Arquitecturas Vlan**

Existen dos futuros inmediatos para las VLANs: Implementaciones infraestructura de VLANs e implementaciones de VLAN basadas en el servicio.

### **2.4.6 Implementaciones infraestructurales de VLANs**

Se basa en la estrategia tradicional de las VLANs, el formar grupos de trabajo de acuerdo a como están distribuidas las organizaciones. Cada grupo, departamento o sección tiene unívocamente definida su VLAN, basada en la regla del 80/20, es decir, se asume que la mayoría de tráfico se da dentro de la VLAN. Normalmente existirán sobrelapamientos al acceder fuentes comunes a todas las VLAN, lo cual se resolverá al ubicar estos recursos en servidores; esto evita que se empleen Routers para poder controlar el tráfico al acceder estos recursos. Esto incluye todas las ventajas que pueda tener este tipo de implementación Administrativa sencilla y centralizada, permite mantener fronteras organizacionales discretas, Bajo costo de desarrollo, buen grado de privacidad y permite alcanzar una alta eficiencia de la red.

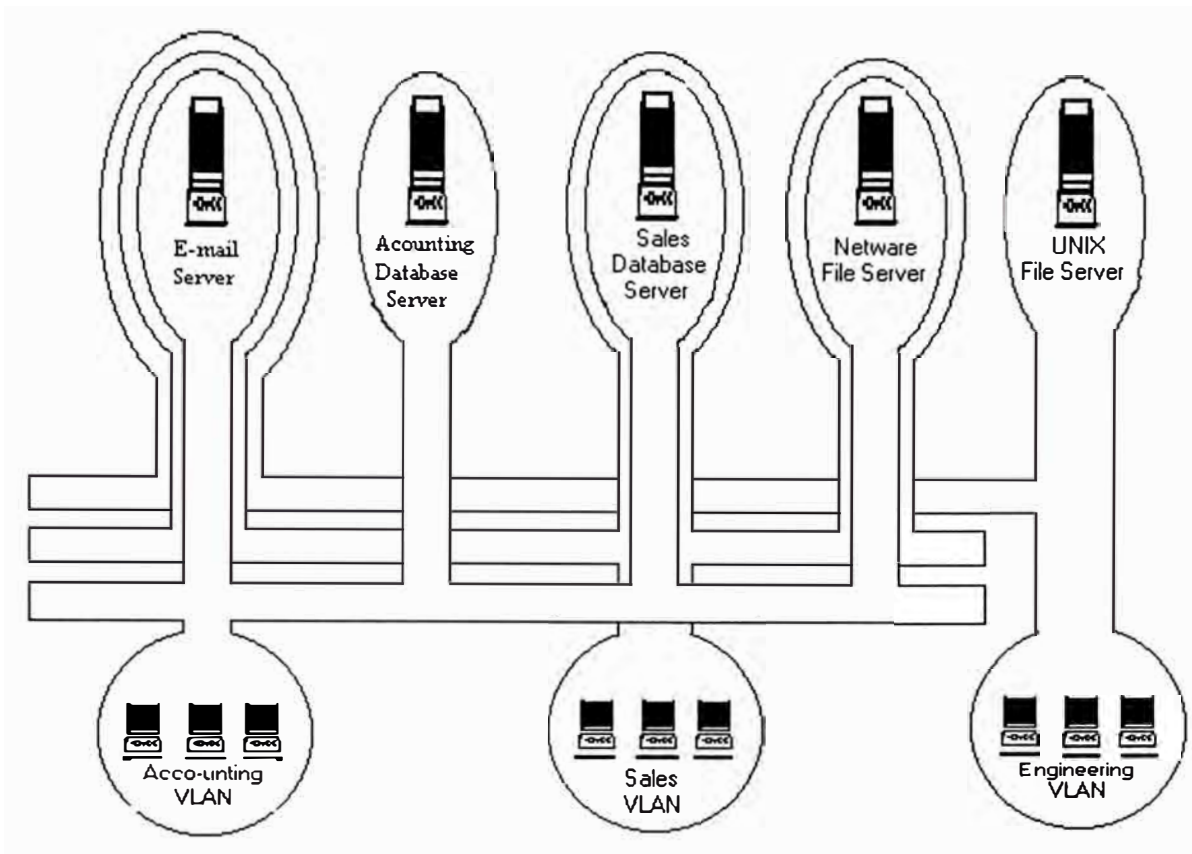


Fig. 2.9 .- Estructura de una VLAN

#### 2.4.7 Implementación Basada en el Servicio

En esta clase de aproximación, no se tienen grupos o algo similar, cada VLAN presta un servicio, es responsable de administrar un recurso específico y ningún servidor podrá pertenecer a múltiples VLANs. A diferencia de los usuarios que accederán a servicios de correo, bases de datos, aplicaciones, etc. a través de una VLAN independiente. Por naturaleza, esta clase de implementación, más dinámica que la anterior, posee serios inconvenientes para administrar la membrana a cada VLAN. Esto conlleva a un alto grado de automatización en la configuración de las VLANs. Las VLANs perderán la características estática o semi-estática de dominios previamente definidos, para cambiar a canales a los cuales suscribirse. Los usuarios, simplemente ejecutarán determinada aplicación por cierto tiempo, el

cual será limitado dependiendo de si la persona posee una cuenta o habilita a pagar por ello.

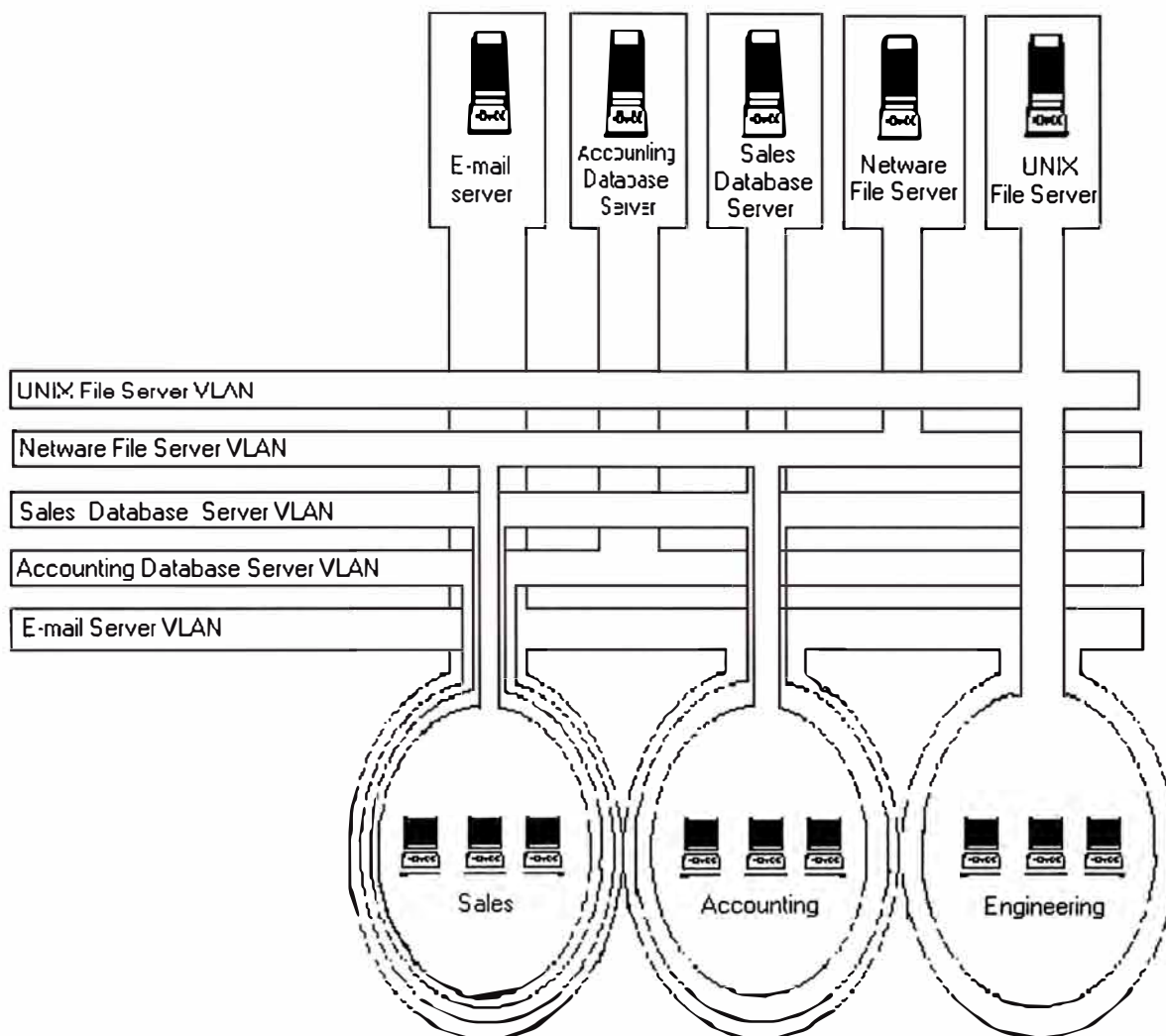


Fig. 2.10 .- VLAN basada en Servicio

## 2.5 Encapsulación de Vlan (ISL Inter Switch Link)

El Estándar para las VLANs se puede decir que aun está en la infancia y probablemente aun se demore en salir.

El comité de la IEEE espera recibir en Marzo de 1998 una autorización formal para crear un grupo que se encargue de estandarizar las VLANs, el cual se va a centrar

alrededor de cinco puntos: definición de VLANs, clases de VLANs, etiquetas de ellas, intercambio de información entre ellas y manejo de la red.

El comité tiene decidido iniciar su trabajo con la definición de una VLAN como un dominio de broadcast. El siguiente paso será escoger el criterio para establecer estas VLANs; actualmente los fabricantes tienen 3 formas: puertos de switch, direcciones MAC y direcciones de red. 802.10 definirá las clases de VLANs de acuerdo a estos criterios; sin embargo la clase de VLANs que usa direcciones de red, no será definido en este Estándar debido a que excede el alcance de 802 el cual mira solamente nivel físico y MAC del protocolo.

Después de definido esto, se necesita un método para que los switches identifiquen cual VLAN esta transmitiendo paquetes, esto se refiere al membrete de la VLAN y es lo que mas ha generado controversia. Algunos vendedores están a favor de un membrete implícito que se pueda quitar, esto debido a que en algunas VLANs, como las basadas en direcciones MAC, tienen el membrete como parte del paquete MAC; otro argumento es que añadir un membrete al encabezado haría más grande el paquete y en algunos casos podría producir una violación en el tamaño que ha determinado el protocolo; sin embargo, el membrete será necesario sobretodo en switches que usen diferentes criterios para identificar una VLAN.

A continuación se presenta un formato de encapsulamiento propuesto por Cisco inc, para ser usado en las VLANs. El escenario de trabajo es el siguiente:

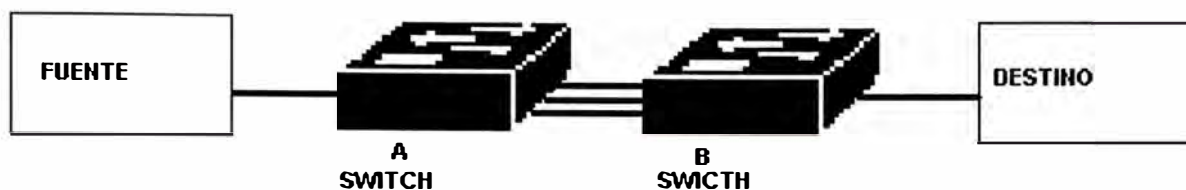


Fig. 2.11 .- Trunking y encapsulado de VLAN

Por lo general, las redes utilizadas para implementar VLANs son Ethernet estándar, FDDI o Token Ring, sus tramas son encapsuladas de acuerdo a un protocolo que opera entre Switches, llamado ISL (inter switche link). Sobre Ethernet, FDDI y Token Ring se tiene el siguiente formato de trama:

<b>Direccion de Destino</b>			
<b>Direccion de Destino</b>	<b>Tipo</b>	<b>Usuario</b>	<b>Direccion de Fuente</b>
<b>Direccion de Fuente</b>			
<b>Longitud</b>		<b>0xAA</b>	<b>0xAA</b>
<b>0x03</b>	<b>Bits mas significativos de la direccion fuente</b>		
<b>VLAN ID</b>	<b>BPDU</b>	<b>INDEX</b>	
<b>Reservado para Token Ring y FDDI</b>	<b>Datos</b>		
<b>DATOS</b>			
<b>CRC</b>			

Fig. 2.12 .- Encapsulado de VLAN

El primer campo de la trama es la dirección de destino, con un total de 40 bits, esta direcciones es de tipo multicast. El tipo (4 bits), indica que clase de trama va encapsulada, se tienen definidos los siguientes tipos:

0000 Ethernet

0001 Token Ring

0010 FDDI

0011 ATM

El campo de Usuario (4 bits) es una extensión del campo de tipo, por ejemplo para Token Ring se tiene vario tipos de tramas con diferente significado cada una,

mientras que para Ethernet este campo posee la prioridad con la que se tienen que manipular la trama:

xx00 Prioridad Normal	;	xx01 Prioridad 1
xx10 Prioridad 10	;	xx11 La mas alta prioridad

El campo de la dirección fuente, constituye la dirección MAC (tomando como máximo el valor de 802.3) del puerto del Switch transmisor, posee una longitud de 48bits, el receptor puede ignorar este campo. La longitud del paquete esta tomada como una palabra de 16 bits excluyendo el campo de dirección de destino, tipo usuario, dirección de fuente, longitud y CRC, el valor que iría en este campo esta conformado por la longitud total de la trama menos 18 bytes.

Existe un campo de relleno con la constante 0XAAAA03. Como su nombre lo indica, el campo siguiente solo contienen los 3 bytes más significativos de la dirección fuente. Seguidamente, existe el identificativo del paquete, necesario para distinguirlo entre otros pertenecientes a otras VLANs. El flag BPDU, es utilizado para señalar que la trama contiene información acerca de la topología de la red, esto se emplea unidades de datos con protocolos de Bridge. El campo index (16 bits) es utilizado para propósitos de diagnóstico y seguimiento.

El campo que es reservado para FDDI y Token Ring, contiene los flags AC y FC en el byte menos significativo de este campo. El campo de datos contiene la trama MAC de cada tecnología, con su CRC propio e inmodificable, se permite una longitud de 1 a 24575 bytes para acomodar tramas de Ethernet, Token Ring y

FDDI; el Switch receptor remueve la encapsulación ISL y utiliza lo que este en los datos como la trama recibida extrayendo los datos necesarios para saber a que VLAN pertenece. Por último se tiene el CRC, el cual es calculado para toda la trama, desde el campo de la dirección de destino e incluyendo los datos, el Switch receptor chequea el CRC y si no concuerda simplemente desecha la trama, ya es cuestión de niveles superiores pedir la retransmisión.

## **2.6 Beneficios**

Para comprender bien los beneficios que tienen las redes virtuales (VLANs) se debe tener claro como funciona una red basada en enrutadores. Los Enrutadores utilizan la capa tres del modelo OSI para mover tráfico en la red local LAN. Cada capa contiene campos los cuales identifica el dominio broadcast en el cual el destino puede ser encontrado. Estas direcciones están asignadas por un administrador de red, y son generalmente registradas dentro de los archivos de configuración de las estaciones de red. En una red basada en concentradores y enrutadores la dirección de red identifica un segmento de la misma.

Ahora teniendo claro esto cuando se cambia a una red virtual se obtienen los siguientes beneficios:

- a) Las redes virtuales hacen que se reduzca el costo de manejo de usuarios que se mueven y cambian, éste beneficio se obtiene principalmente en las VLANs que han sido implementadas en el nivel 3 con direcciones IP, debido a que aunque la estación cambie de sitio conserva su dirección IP; cosa que no sucede en las redes LAN pues si el dispositivo o estación de red

es movido de un concentrador otro, la dirección de red ya no será válida y el administrador de la red deberá corregir los archivos de configuración.

- b) Con las redes virtuales se pueden establecer Grupos de Trabajo Virtuales, esto es, miembros de un mismo departamento que están conectados en la misma LAN, es decir, físicamente contiguos pueden estar en diferentes VLANs. Así se cambia la estación de sitio pero en el mismo departamento no se tiene que reconfigurar la máquina; si el equipo cambia de VLAN solo hay que cambiar su número de red virtual y no su lugar físico. Otra ventaja es que se pueden establecer su número de red virtual y no su lugar físico. Otra ventaja es que se pueden establecer estos grupos con el criterio de 80/20 el cual consiste en que el 80% del tráfico de información es en la misma VLAN o grupo de trabajo y solamente el 20% restante es entre VLANs y por lo tanto no se requieren muchos enrutadores.
- c) Acceso a recursos: Un recurso y servidor puede estar en dos redes virtuales diferentes al mismo tiempo, es decir las VLANs permiten superposición lo que reduce considerablemente el tráfico entre redes virtuales diferentes.
- d) Uno de los beneficios principales es la reducción de enrutadores, cuando se tiene una LAN los dominios de broadcast, son determinados por los enrutadores, en cambio, en una VLAN un switch sabe cuáles puertos pertenecen al dominio broadcast y por lo tanto solamente envía información a esos puertos, sin necesidad de un enrutador.
- e) Las VLANs pueden llegar a ser muy seguras cuando se implementan en conjunto con un switch con puerto privado. Se puede implementar un



firewall en cada VLAN fácilmente, éste es un servidor encargado de la seguridad, estableciendo permisos de entrada a cada red virtual.

- f) Dependiendo de la inteligencia de los Switches se puede hacer filtrado e intercambio de decisiones respecto a los paquetes que pertenecen al tráfico, basados en medidas adoptadas por los administradores de la red. Esto se puede realizar a través de métodos como el filtrado de paquetes y la identificación de paquetes (encapsulado). Además de comunicar información entre los Switches y Routers.
- g) Se puede controlar el tráfico de Broadcast de 2 maneras: limitando el número de puertos en el Switch o limitando el número de personas que usan los puertos.

Estas diferencias entre los 2 tipos de redes hacen de las redes virtuales una solución más económica desde el punto de vista de desempeño y rapidez del flujo de información. La desventaja primordial de estas es la falta de un Estándar, aunque, ya se está trabajando en ellas las soluciones implementadas actualmente las realiza cada fabricante por tal motivo para mudarse a esta solución se debe decidir un solo fabricante para todos los equipos.

Como los enrutadores no se usan para crear y separar cada dominio broadcast queda con 2 funciones principales:

- a) Proveer conectividad entre las diferentes VLANs
- b) Ser un filtro de broadcast para los enlaces WAN

## **2.7 Cuando escoger la Solución con Redes Virtuales?**

Para saber cuando migrar de una arquitectura basada en subredes física y una segmentación basándose en enrutadores hacia una solución con redes virtuales se debe tener presente que una VLAN solución a 2 problemas principalmente:

- a) Reduce el tráfico del broadcast debido a que minimiza el uso de los enrutadores
- b) Reduce los costos de movimientos en la red

El siguiente paso será ver como se ubican los usuarios en la red. Si la mayoría de usuarios están sobre una partición del segmento LAN, o si múltiples usuarios que pertenecen a diferentes VLANS están sobre el mismo segmento LAN, en éste caso la solución con redes virtuales será muy bueno.

Posteriormente, se determina que VLANS se necesitan en la red, acceso al servidor, lugar donde se ubica el servidor y aplicaciones que se necesitan para así poder determinar el tráfico y flujo de información en la red. Este análisis responderá preguntas acerca de donde ubicar los dominios de broadcast, si se va a usar ATM y donde se va a colocar el Enrutador.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el de la seguridad, todos los usuarios no deben poder acceder a cualquier servidor de la red. El administrador de la red debe establecer políticas que controlen el acceso de los usuarios a los diferentes recursos. Una forma de implementarlo, es haciendo uso del campo VLANID que tiene el formato de tramas MAC de la norma 802.10.

### 2.7.1 Aplicaciones y productos

Se puede intentar esquematizar los puntos en que las redes virtuales pueden beneficiar a las redes actuales.

#### a) Movilidad

Como se ha visto, el punto fundamental de las redes virtuales es permitir la movilidad física de los usuarios dentro de los grupos de trabajo.

#### b) Dominio lógicos

Los grupos de trabajo pueden definirse a través de uno o varios segmentos físicos; o en otras palabras los grupos de trabajo son independientes de sus conexiones físicas, ya que están constituidos como dominios lógicos.

#### c) Control y conservación del ancho de banda

Las redes virtuales puede restringir los broadcast a lo dominios lógicos donde ha sido generados. Además añadir usuarios a un dominio determinado o grupo de trabajo no reduce el ancho de banda disponible para el mismo, ni para otros.

#### d) Conectividad

Los modelos con funciones de encaminamiento permite interconectar diferentes conmutadores y expandir las redes virtuales a través de ellos, incluso aunque estén situados en lugares geográficos diversos.

#### e) Seguridad

Los accesos desde y hacia los dominios lógicos pueden ser restringidos en función de las necesidades específicas de cada red, proporcionando un alto nivel de seguridad.

f) Protección de la intervención

Las capacidades VLAN están, por lo general, incluidas en el precio de los conmutadores que las ofrecen, y su uso no requiere cambios en la estructura de la red o cableado, sino más bien los evitan, facilitando las reconfiguraciones de la red sin costes adicionales.

El primer suministrador de conmutadores con soporte VLAN fue Alantec (familia de concentradores/conmutadores multimedia inteligentes PowerHub); pero actualmente son muchos los fabricantes que ofrecen equipos con soluciones VLAN: Bytes (concentrador inteligente 7700), Cabletron (ESX-MIN), Chipcom (OnLine), Lannet (MultiNet Hub). SynOptics (Lattis System 5000), UB (Hub Acces/One) y 3Com (LinkBuilder).

Con los procesos de reingeniería de empresas y de downsizing y con las nuevas necesidades de independencia, autonomía y fluidez entre grupos de trabajo, se requieren nuevas facilidades y más dinámicas para realizar cambios en las redes. Las redes virtuales combinan mayores anchos de banda, facilidades de configuración y potencial de crecimiento lo que ayudará a que se conviertan en un estándar en los entornos corporativos.

En la actualidad, las implementaciones de tecnologías de redes virtuales no son interoperativas entre diferentes productos de diversos fabricantes.

Muchos de estos fabricantes intentan buscar soluciones adecuadas para lograr dicha interoperabilidad, y por ello una gran ventaja de las soluciones basadas en software es que podrán adaptarse a las normalizaciones que tendrán lugar en un futuro cercano. Algunas soluciones basadas en hardware habrán de quedarse atrás en este sentido. Otro punto a destacar es que la tecnología ATM provee, como parte importante de sus protocolos, grandes facilidades para las redes virtuales, lo que equivaldrá sin duda a grandes ventajas frente a la competencia para aquellos equipos que actualmente ya soportan sistemas VLAN.

El futuro es claro respecto de este punto. Las características VLAN formarán parte, en breve, de todos los equipos que se precisen de querer ser competitivos

## **2.8 Síntesis**

- a) En ambientes empresariales amplios, donde se requiere una segmentación de la red manteniendo un buen uso del ancho de banda por usuario, las implementaciones con VLANs provee una buena solución, para que de esta manera se pueda contener el tráfico de Broadcast.
- b) La tecnología de VLANs, es mas que una buena combinación de Hubs, Switches y Routers; es una solución que provee una potente segmentación y una eficiente administración de la red, de carácter centralizado.

- c) Las VLANs mejoran el desempeño de las tecnologías tradicionales porque no requieren sobrecostos en actualizaciones del cableado o tiempo de reconfiguración.
- d) La tecnología de VLANs, permite la creación de grupos de trabajo distribuidos, manteniendo una excelente seguridad, respecto a la integridad de los datos. Además están diseñadas bajo la regla de 1 80/20, lo cual permite un control bastante detallado del tráfico entre VLANs. También se puede decir que esta tecnología hace fácil cumplir que: “Switche a cuando puedas, Rutea cuando debas”
- e) La implementación de la tecnología de VLANs usa las tecnologías e infraestructuras ya existentes, facilitando la migración de una a otra.
- f) Para trabajos futuros, seria interesante explicar detalladamente la configuración e implementación de una VLAN, teniendo en cuenta los diferentes equipos que existen en el mercado, justificando su utilización.
- g) Con base en lo anterior, se podría poner en practica conceptos, tales como, las VLANS basadas en servicio; con interesantes de carácter académico al ser este tema uno de los futuros de esta tecnología.

## **CAPÍTULO III**

### **TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET**

#### **3. Gigabit Ethernet**

Desde los comienzos de los años 70, Ethernet ha sido el protocolo de networking dominante. Gigabit Ethernet es el más alto protocolo de Ethernet que incrementa 10 veces la velocidad de Fast Ethernet a 1000 Mbps o 1 Gbps. La intención de Gigabit es desarrollar un protocolo de alta velocidad aprovechando el equipamiento ya existente.

El estándar para Gigabit Ethernet es el IEEE 802.3z. La posibilidad de desarrollar Gigabit Ethernet fue propuesta en la mitad de 1995, después de la ratificación final del estándar para Fast Ethernet. En julio del 96 se establece un grupo para el desarrollo del estándar y el estándar final es aprobado en junio del 98. Finalmente, desde el 98 ya se pueden desarrollar productos y equipos para Gigabit, y hoy ya existe la Alianza 10GEA ( Terabit Ethernet ).

### 3.1 Arquitectura de Gigabit Ethernet.

Para acelerar la velocidad de Fast Ethernet de 100 Mbps a 1 Gbps, se necesitaron grandes cambios en la Interface Física. Se decidió que Gigabit Ethernet pareciera idéntico a Ethernet en el nivel de enlace de datos.

El reto de superar la aceleración a 1 Gbps, fue resuelto "mezclando" dos tecnologías: *IEEE 802.3 Ethernet* y *ANSI X3 T11 Fiber Channel*.

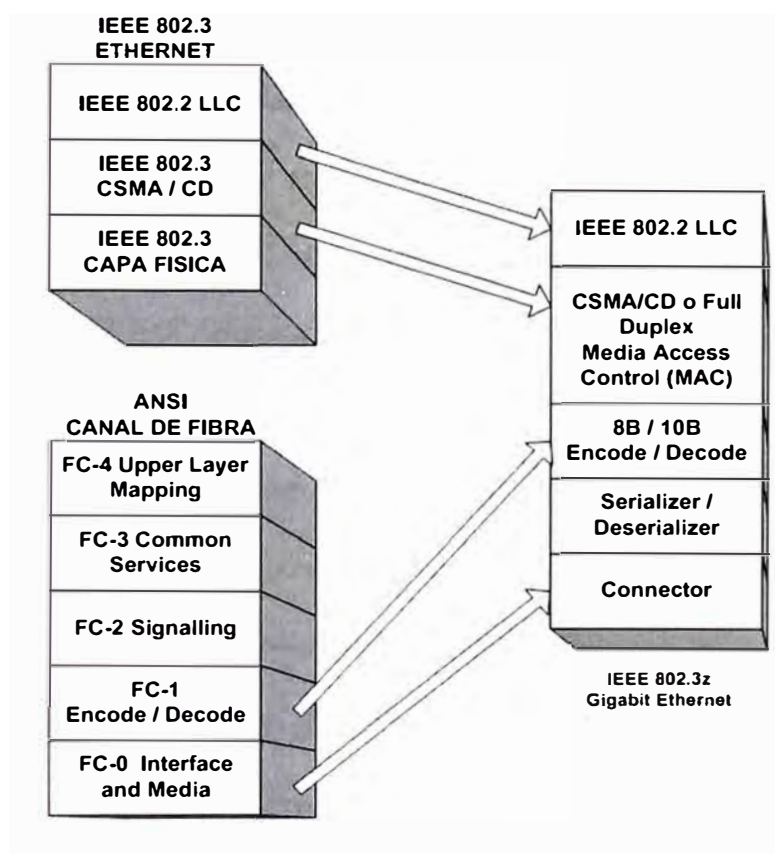


Fig. 3.1 .- Pila del protocolo Gigabit Ethernet

Con estas dos tecnologías juntas, el estándar puede aprovechar la alta velocidad de la tecnología de Fiber Channel manteniendo el formato de trama de IEEE 802.3 de Ethernet, la compatibilidad con los medios instalados, y el uso de full o half duplex (vía CSMA/CD).



### 3.2. Interface Física

La especificación PMD (physical medium dependent) de Fiber Channel actualmente permite la transmisión de 1,062 baudios en full dúplex. Gigabit Ethernet incrementará esta tasa de transmisión a 1,25 Gbps.

Las especificaciones del medio físico definidas en IEEE 802.3z son para fibra óptica y cable de cobre apantallado de 150 ohmios.

La fibra óptica es un medio de transmisión que ofrece varias ventajas respecto al cable de cobre. Las principales son su gran ancho de banda (32 THz·km) y sus bajas pérdidas (0.17 dB/km) prácticamente constantes con la frecuencia. Además la fibra no es afectada por ruido de alta frecuencia. Esto combinado con su inmunidad frente a interferencias (EMI y EMP) y que es difícilmente pinchable la hace muy segura para la transmisión de datos.

La desventaja de la fibra es que es más cara que el cable de cobre. Por estas razones, las versiones Ethernet con fibra son usadas cuando las distancias largas, la inmunidad frente al ruido y la seguridad sean lo principal y el coste sea secundario.

Debido a la necesidad de cursar un tráfico elevado, las redes de fibra óptica están empezando a aparecer. Estas redes están diseñadas a partir de enlaces ópticos punto a punto ya desarrollados. En el caso de Gigabit Ethernet, se utiliza como técnica de multiplexación *DWDM* (WDM densa). Los sistemas WDM utilizan longitudes de onda muy distantes entre sí, desaprovechando la capacidad de la fibra, por lo que se llega a *DWDM*, donde se utiliza una gran cantidad de canales ópticos separados apenas 1 nm entre sí.

Se abordará ahora la transmisión sobre fibra y sobre cable de cobre.

### **3.2.1 Transmisión sobre Fibra Óptica.**

Gigabit Ethernet soportará dos tipos de fibra multimodo: fibra de 50  $\mu\text{m}$  (diámetro del núcleo) y fibra de 62.5  $\mu\text{m}$ . La fibra de 62.5  $\mu\text{m}$  tiene en general un ancho de banda menor que la de 50  $\mu\text{m}$ , especialmente para láseres de onda corta. En otras palabras, la distancia a travesada por la luz en una fibra de 62.5 es menor que en una de 50  $\mu\text{m}$ , especialmente con láseres de onda corta. Las fibras de 50  $\mu\text{m}$  tienen características muy superiores de ancho de banda y serán capaces de atravesar distancias más largas en comparación a las fibras de 62,5  $\mu\text{m}$ .

#### **a) Especificaciones para el transmisor óptico.**

Para Gigabit se requiere un transmisor tipo diodo láser, ya que proporciona un gran ancho de banda, permiten velocidades de modulación muy superiores a la de los LEDs (hasta 30 Gb/s) y su anchura de línea en ausencia de modulación es muy inferior a la de los LEDs (desde 3 a 3 nm hasta 100 KHz).

En Gigabit Ethernet se soportarán dos estándares de láser sobre fibra: 1000 Base Sx (láser de onda corta) y 1000 Base Lx (onda larga). La diferencia clave en el uso de tecnologías de onda larga y onda corta está en el coste y la distancia. Los láseres de onda larga son más caros, pero cubren mayores distancias. Los de onda corta, en cambio, son más baratos pero cubren menores distancias.

Los parámetros que caracterizan un transmisor óptico son:

Longitud de onda: La frecuencia(y por ello la longitud de onda) de la luz depende del transmisor usado. Es deseable seleccionar longitudes de onda para la emisión en

las que las pérdidas en la fibra sean bajas. Las pérdidas son mínimas en las ventanas de transmisión de 850, 1300 y 1550 nm.

**Potencia:** El transmisor debe tener la suficiente potencia para conducir la señal óptica por la fibra. Igualmente, el receptor debe tener la suficiente sensibilidad para detectar la señal óptica recibida. En general, cuanto mayor potencia se transmite, se pueden sostener mayores pérdidas por atenuación, conectores y penalizaciones del enlace. La limitación en la transmisión es el coste. La potencia transmitida menos las pérdidas en transmisión debe ser mayor o igual que la mínima potencia aceptable recibida.

**Rise time/Fall time:** El rise time se define como el tiempo que tarda la potencia de salida del transmisor en subir desde el 20% al 80% de su valor final cuando la entrada es un pulso de corriente. El fall time sería lo contrario: el tiempo que tarda en bajar la potencia del 80% al 20%.

**Ruido:** La existencia de ruido en un láser de semiconductor se manifiesta porque, incluso en estado estacionario, la potencia y la salida de su campo eléctrico no permanecen constantes en el tiempo, sino que sufren fluctuaciones, debidas principalmente a la emisión espontánea. Las fluctuaciones en la intensidad del láser vienen descritas por el denominado ruido de intensidad relativo o RIN, mientras que las fluctuaciones en la fase emitida por el láser se denominan ruido de fase.

Ancho espectral o anchura de línea: Las variaciones en la fase del campo de salida provocan que la frecuencia de emisión de cada modo longitudinal del láser fluctúe y por consiguiente que el espectro del láser tenga una cierta anchura espectral no nula, aun en ausencia de modulación.

Relación de extinción (extinction ratio): La relación de extinción se define como el margen entre la potencia óptica media para valor lógico '1' y la potencia óptica media para valor lógico '0'.

A continuación se proporcionan las tablas con una lista parcial de las especificaciones del estándar IEEE 802.3z para láseres de onda corta y de onda larga con los parámetros descritos anteriormente.

Características	Valor
Longitud de onda ( $\lambda$ ), nm	770-860
Anchura de línea, nm	0.85
Trise/Tfall (max; 20-80%; $\lambda > 830$ nm)	0.26
Trise/Tfall (max; 20-80%; $\lambda < 830$ nm)	0.21
Potencia media emitida (max), dBm	Menor que los límites de seguridad Clase I o máxima potencia recibida.
Potencia media emitida (min), dBm	-9.5
Relación de extinción (min), dB	9
RIN (max), dB/Hz	-117

Fig. 3.2. .- Especificaciones IEEE802.3z

Especificaciones para transmisor óptico 1000 BASE-SX (62.5 mm y 50 mm MMF)

Características	62.5 $\mu\text{m}$ MMF	10 $\mu\text{m}$ SMF
	50 $\mu\text{m}$ MMF	
Longitud de onda ( $\lambda$ ), nm	1270-1355	1270-1355
Anchura de línea, nm	4	4
Trise/Tfall (max; 20-80% del tiempo de respuesta)	0.26	0.26
Potencia media inyectada (max), dBm	-3	-3
Potencia media inyectada (min), dBm	-11.5	-11
Relación de extinción (min), dB	9	9
RIN (max), dB/Hz	-120	-120

Fig. 3.3 .- Especificaciones del transmisor óptico

Especificaciones para transmisor óptico 1000 BASE-LX (62.5 mm ,50 mm MMF y 10 mm SMF)

#### b) Especificaciones para el receptor óptico.

El receptor está compuesto por un fotodetector de alta velocidad, un amplificador y un circuito de polarización. Su salida es un par complementario positivo de puertas lógicas ECL que produce pulsos de una frecuencia de hasta 1250 MHz.

Además, el receptor incluye un circuito detector de señal(SIGNAL\_DETECT) que indica si un cable está enviando un código 8B/10B. Su funcionamiento se basa en el hecho de que el código 8B/10B tiene su potencia concentrada a frecuencias como 650 Mhz. De este modo, el detector ignora fuentes de luz ajenas como la luz del sol.

A continuación se proporcionan las tablas con una lista parcial de las especificaciones del estándar IEEE P802.3z para los receptores ópticos para láseres de onda corta y de onda larga.

Características	1000 BASE-SX	1000 BASE-LX
Longitud de onda ( $\lambda$ ), nm	770-860	1270-1355
Potencia media recibida (max), dBm	0	-3
Potencia media recibida (min), dBm	-17	-19
Pérdidas de inserción (min), dB	12	12
<u>SIGNAL DETECT = Logic 1</u>	-17.0 dB Min	-17.0 dB Min
<u>SIGNAL DETECT = Logic 0</u>	-30.0 dB Max	-30.0 dB Max

Fig. 3.4 .- Especificaciones del receptor óptico

Especificaciones para receptor óptico 1000 BASE-SX y 1000 BASE-LX.

### c) Especificación de la distancia de cableado

El estándar IEEE 802.3z especifica las distancias para los siguientes casos:

- Fibra multimodo usando láser de onda corta (SWL) y láser de onda larga (LWL).
- Fibra monomodo usando LWL.

Tipo de Transmisor	MMF(50 $\mu$ m)		MMF(62.5 $\mu$ m)		SMF (10 $\mu$ m)
	Ancho de Banda	Distancia	Ancho de Banda	Distancia	
SX	Modal		modal		N/A
	400	500m*	160	220m*	
LX	500	550m*	200	275m*	5 km (no CL)
	400	550m*			
	500	550m*	500	550m*	

Fig. 3.5 .- Especificaciones del cableado

Especificación de las distancias de cableado. El asterisco indica que se requiere una inyección acondicionada.

Dispersión intermodal (DMD) e *inyección acondicionada* (Conditioned launch)

La dispersión intermodal ocurre en fibras multimodo. Este fenómeno consiste en que los diferentes modos que se propagan por la fibra multimodo lo hacen con diferentes velocidades de grupo, por lo que siguen diferentes caminos. Algunos son más largos que otros, así que los pulsos llegan al final de la fibra en distintos intervalos de tiempo. Esta es la causa de la existencia de un límite al producto (velocidad binaria \* distancia), BL, que se puede obtener en la transmisión de datos por una fibra multimodo.

En las fibras multimodo de índice gradual, el fenómeno DMD no ocurre (idealmente). Las fibras multimodo fueron desarrolladas originalmente para fuentes LED. Los LEDs no proporcionan una señal coherente (misma frecuencia y fase). Esto hace que la luz atraviese diferentes caminos, y si la fibra es de índice gradual, estos caminos pueden ser corregidos a pesar de las imperfecciones de la fibra. Desafortunadamente, esto no ocurre con los láseres, ya que la luz tiene alta coherencia, tiende a elegir solo unas trayectorias en la fibra y las pequeñas imperfecciones de la fibra hacen que los modos superiores se dispersen.

Una de las características de Gigabit es usar los cables de fibra ya instalados para transmitir a velocidades de Gigabit, por lo que lo anterior es inaceptable. La corporación del estándar IEEE 802.3z decidió desarrollar una solución que permitiera trabajar con Gigabit sin reducir la distancia de los enlaces ni incrementar el coste sustancialmente. El resultado fue el uso del llamado '*conditioned launch*'. Su funcionamiento es simple: según el tipo de cable, el láser difunde la luz como si

fuera un LED. Lanzando la potencia a través del núcleo más o menos igual para todos los modos, la dispersión intermodal puede ser minimizada.

La mayoría de los vendedores proporcionan el acondicionador para láseres de onda corta dentro del transmisor. Para láseres de onda larga se proporciona un acondicionador externo.

#### **d) Balance de potencia.**

Como el enlace de fibra tiene pérdidas, es necesario calcularlas cuando se diseña un sistema de fibra óptica. El balance de potencias es una guía de estimación para las pérdidas de potencia desde el transmisor hasta el receptor. El peor caso se estima como la diferencia entre la potencia media mínima transmitida y la potencia media mínima recibida. El balance de potencias establece el máximo rango óptico de longitud de un enlace de fibra óptica flexible. Las pérdidas totales del medio óptico se desglosan en: pérdidas de la fibra, pérdidas por conectores o empalmes, pérdidas por elementos intermedios de distribución de la señal (acopladores en estrella, etc) y penalizaciones de potencia (por dispersión, jitter, ruido de intensidad, etc).

Las siguientes tablas dan información del balance de potencia y penalizaciones para 1000BASE-SX y 1000BASE-LX. Básicamente se puede ver que las pérdidas permitidas en la fibra y conectores son 7 dB en total.



Balance de potencia (dB) para el enlace en el peor caso y penalizaciones (dB) para 1000BASE-SX

Parámetro	1000BASE-SX			
	62.5 $\mu\text{m}$ MMF		50 $\mu\text{m}$ MMF	
Ancho de banda modal (MHz-km)	160	200	400	500
Pérdidas de inserción por canal (dB)	2.38	2.60	3.37	3.56
Penalizaciones de potencia del enlace (dB)	4.27	4.29	4.07	3.57
Márgen (dB)	0.84	0.84	0.05	0.37
Balance de potencia total (dB)	7.5	7.5	7.5	7.5

Fig. 3.6.- Balance de potencia en 1000BASE-SX

Balance de potencia (dB) para el enlace en el peor caso y penalizaciones (dB) para 1000BASE-LX

Parámetro	1000BASE-LX			10 $\mu\text{m}$
	62.5 $\mu\text{m}$ MMF	50 $\mu\text{m}$ MMF		MMF
Ancho de banda modal (MHz-km)	500	400	500	N/A
Pérdidas de inserción por canal (dB)	2.35	2.35	2.35	4.57
Penalizaciones de potencia del enlace (dB)	3.48	5.08	3.96	3.27
Márgen (dB)	1.67	0.07	1.19	0.16
Balance de potencia total (dB)	7.5	7.5	7.5	8.0

Fig. 3.7.- Balance de potencia en 1000BASE-LX

### e) El conector óptico

El conector óptico sirve para acoplar el medio físico dependiente (PMD) al medio físico de transmisión (fibra). Para un acoplo eficiente se necesitan muy bajas tolerancias en el conector, por eso los conectores son caros y difíciles de diseñar.

Un buen conector debería tener los siguientes requerimientos:

-Las pérdidas del conector deben ser mínimas. Esto es especialmente crítico en un sistema que tiene varios conectores intermedios.

-El conector debe resistir los cambios de temperatura, humedad y otros cambios del medio ambiente. El conector debe de ser fácil de usar y duradero

Los conectores más utilizados actualmente son del tipo SC y ST.

El conector especificado para 1000 BASE-SX y 1000 BASE-LX es un conector SC dúplex, cuyas dimensiones y interface se encuentran en IEC 617544 y ISO/IEC 11801. Este conector usa un mecanismo de push-pull para el acoplamiento

### 3.2.2 Transmisión sobre Cable 1000 BASE-CX

Para trayectos de enlace de hasta 25 metros de cobre (1000BASE-CX) puede ser usado para conectar dispositivos cuando las distancias no sean largas.

Características	Valor
Tolerancia, ppm	+ -100
Amplitud diferencial (pp):	
Máxima (peor caso pp), mV	2000
Mínima , mV	1100
Máxima (OFF), mV	170
Rise/Fall time (20-80%):	
Máximo, ps	327
Mínimo, ps	85
Skew diferencial ( max), ps	25

Fig. 3.8 .- Parâmetros de 1000BASE-CX

Características	Valor
Tolerancia	+ -100
Sensibilidad diferencial mínima (pp), mV	400
Tensión de entrada diferencial (pp), mV	2000
Impedancia de entrada	
Rise time, ps	85
Exception window, ps	700
Through connection, $\Omega$	150+-30
Con terminación, $\Omega$	150+-10
Skew diferencial, ps	175

Fig. 3.9.- Características del transmisor para 1000-BASE-CX

### 3.3 Interfaz GBIC

La capa GBIC sirve de interfaz entre el nivel MAC y los distintos niveles físicos que hay estandarizados, consiguiéndose de esta forma la interoperabilidad entre las distintas implementaciones de Gigabit Ethernet. También permite configurar cada puerto de los conmutadores de forma independiente.

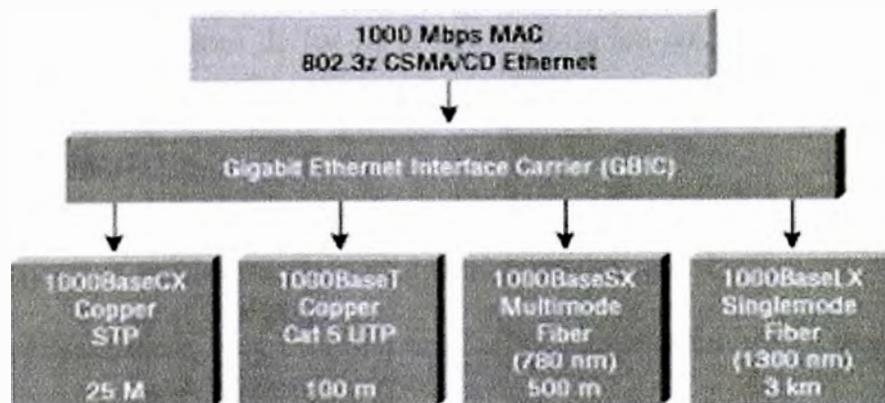


Fig. 3.10.- Arquitectura Gigabit

Esquemas de codificación en Gigabit Ethernet utiliza la *codificación 8B/10B*, que es más eficiente (necesita menos ancho de banda) que la codificación Manchester usada por Ethernet.

La codificación 8B/10B funciona de la siguiente forma, se transmite en línea símbolos de 10 bits, que dan lugar a un alfabeto formado por  $2^{10}$  palabras de 10 bits. De todas esas palabras se eligen las mejores palabras ( en total  $2^8$ ), es decir, las que al transmitirlas ocupen menos ancho de banda. El criterio que se sigue es que no haya muchos ceros seguidos (para no perder el sincronismo) y tampoco muchos unos seguidos (para no recalentar la electrónica). Las palabras elegidas constituyen el código de línea y son asignadas a las palabras que puede generar el usuario. Así, para transmitir con una velocidad de 1Gps, si usamos Manchester necesitaríamos 2GHz de ancho de banda, en cambio si usamos 8B/10B necesitamos 1.25GHz.

Las ventajas de usar codificación son básicamente tres: la codificación ayuda a diferenciar los bits de datos de los de control, limita los errores en la transmisión y aumenta la posibilidad de que la estación receptora pueda detectar y corregir errores de la transmisión. Un elemento muy importante que posibilita la compatibilidad entre los distintos esquemas de codificación usados por las LAN (Ethernet usa codificación Manchester, Fast Ethernet usa 8B/6T, Gigabit Ethernet usa 8B/10B,...) es el *serializador/deserializador*, que es el responsable de dar soporte a múltiples esquemas de codificación , permitiendo la presentación de estos esquemas a los niveles superiores.

### 3.4 Nivel MAC

El nivel MAC de Gigabit Ethernet es similar al del estándar Ethernet y al de Fast Ethernet. Utiliza, por tanto, el protocolo CSMA/CD para el control de acceso al medio y soporta tanto transmisión full dúplex como half duplex.

Las características de Ethernet, tales como detección de colisiones, máximo diámetro de red, reglas de repetición, y otras, serán las mismas para Gigabit Ethernet.

#### 3.4.1 Transmisión Half Duplex

En este modo de operación todas las estaciones pueden transmitir, pero no al mismo tiempo, sólo una estación cada vez para que no se produzcan colisiones. Será preciso, por tanto, la implementación de un protocolo que controle el acceso al medio y el elegido fue el CSMA/CD, un protocolo con colisiones muy utilizado debido a su sencillez.

La implementación de CSMA/CD para Gigabit Ethernet será la misma que para Ethernet y Fast Ethernet, y permitirá la creación de segmentos de Gigabit Ethernet compartidos vía Hubs o conexiones half duplex punto a punto.

El incremento de velocidad de Gigabit Ethernet (1Gbps) con respecto a Fast Ethernet (100Mbps) ha provocado algunos cambios en la implementación de CSMA/CD.

El protocolo CSMA/CD original consiste en que las estaciones, antes de transmitir, leen del canal para saber si otra estación está transmitiendo; si así es, la estación que desea transmitir se espera a que el canal esté libre para hacerlo. Una estación que está transmitiendo (lo hace durante una cantidad de tiempo fija llamada *time*

*slot*), también está monitorizando el canal, y si detecta una colisión (lo que está transmitiendo no coincide con lo que está leyendo del canal), entonces deja de transmitir y espera un tiempo aleatorio para continuar con la transmisión. Para que el protocolo funcione bien y pueda detectar colisiones, la trama debe tener un tamaño mínimo, que para Ethernet y Fast Ethernet es de 64 bytes, y el time slot (en bits) tiene que ser menor o igual que el tamaño mínimo de trama (se cogió una duración equivalente a 64 bytes).

El time slot, que es un parámetro de diseño de la red, se elige para que coincida con el retardo máximo entre dos estaciones en la red, estando así muy relacionado con el diámetro de la red. Aumentar la velocidad de 10Mbps a 100Mbps, manteniendo igual los parámetros del protocolo, provocó que el diámetro de la red se redujera de 2Km (Ethernet) a 200m (Fast Ethernet). Por lo tanto, si no se modificara la implementación del protocolo, tendríamos un diámetro de 20m para Gigabit Ethernet. Como este alcance en una red es inadmisibles, lo que se hizo fue aumentar el tamaño de trama hasta 512 bytes y el del time slot también hasta 512 bytes, permitiendo así un diámetro de 2Km. Esta ampliación en la trama se lleva a cabo en el campo de relleno.

Para permitir la compatibilidad entre Gigabit Ethernet y las anteriores redes ethernet, se incorporó una técnica llamada *Carrier Extension* al protocolo MAC de Gigabit. Ésta técnica consiste en que si la trama a transmitir es menor que la longitud mínima de trama (512bytes), entonces se añade una secuencia de símbolos especiales “extended carrier” en el campo de extensión de la trama original con el

fin de que alcance ese tamaño mínimo. El inconveniente de la utilización de ésta técnica, es que si hay que transmitir muchas tramas cortas, baja la eficiencia de la red.

Como solución a este inconveniente se añadió la técnica *Frame Bursting* al protocolo MAC, técnica que permite aumentar la eficiencia cuando se transmiten tramas cortas. Su funcionamiento es el siguiente: tenemos una estación que ha detectado el canal libre y va a transmitir una trama, la cual puede requerir extensión o no de portadora. En el momento que empieza a transmitir se activa un contador (burst timer) Si el envío de la primera trama ha tenido éxito (sin colisión), la estación tiene la opción de transmitir tramas adicionales, siempre y cuando se cumpla que hay otra trama a transmitir y que el contador no ha llegado al final. Las tramas enviadas dentro de un burst son no extendidas. Una vez el contador ha terminado, la estación vuelve a entrar en contienda por el canal. El soporte para half dúplex en Gigabit Ethernet incluye, por tanto, el protocolo CSMA/CD y las funciones frame bursting y carrier extension, dos funciones que no se encuentran en Ethernet y Fast Ethernet. En la actualidad, no se suelen utilizar enlaces o segmentos de Gigabit Ethernet que operen en half dúplex, debido principalmente a la complejidad de su implementación. Así, el modo de operación más extendido es el full dúplex.

### **3.4.2 Transmisión full duplex:**

Un enlace operando en full dúplex permite la transmisión y recepción simultánea de datos, lo cual permite en teoría que la eficiencia aumente al doble. Los enlaces full

dúplex se utilizan sólo en conexiones punto a punto, con lo cual, al no tratarse de un medio compartido, ya no es necesario el uso de un protocolo que controle el acceso al medio. Para poder trabajar en full dúplex, las estaciones, los enlaces y los conmutadores deben soportar el modo full dúplex. Cuando en un enlace full dúplex hay más de dos estaciones, hace falta un HUB que conmute.

En una red conmutada full dúplex, si muchos puertos envían tráfico a un único puerto de salida, podría ocurrir que el buffer del conmutador se saturará, provocando la pérdida de tramas. A esta situación se la conoce como *congestión* en una red. La solución a este problema fue que los conmutadores emplearan técnicas de control de flujo con el fin de disminuir la congestión.

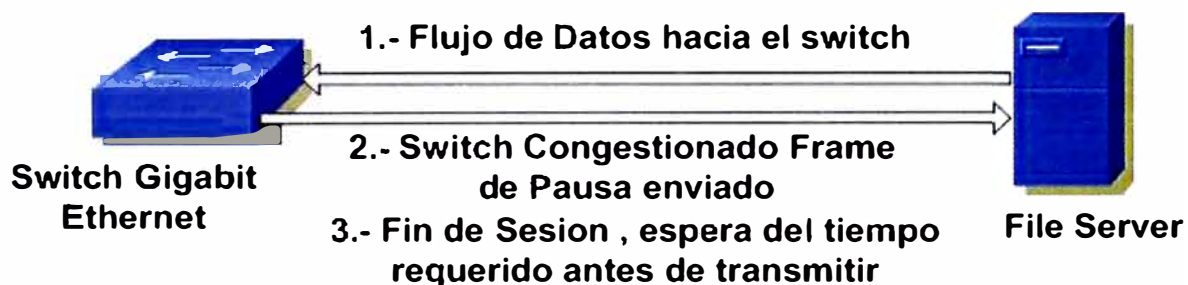


Fig. 3.11 .- Gigabit en Full-Duplex

### 3.5 Nivel de Enlace Lógico.

El protocolo de enlace de datos utilizado es el 802.2 LLC y es común para todas las redes de área local. La definición de un protocolo de enlace de datos común aporta una ventaja considerable, la interoperabilidad entre todas las LAN. Por tanto, la trama de Gigabit Ethernet es compatible con la de Ethernet y la de Fast Ethernet.



El nivel de enlace lógico define los servicios de acceso para los protocolos que siguen el modelo de referencia OSI, pero como no todos los protocolos siguen este modelo, hace falta información adicional, de eso se encarga el protocolo SNAP.

### **3.6 Aplicaciones de Gigabit Ethernet**

En general, las aplicaciones en que son útiles las redes de área local, se clasifican en dos tipos, aplicaciones ofimáticas y aplicaciones industriales.

Las aplicaciones ofimáticas, también conocidas como redes de propósito general, han evolucionado al mismo tiempo que la tecnología.

En los años ochenta, una de las primeras aplicaciones fue la de emulación de terminal. Se conectaban los terminales con menor capacidad de procesamiento a una LAN, y se evitaban las conexiones punto a punto de cada uno de ellos con el ordenador central.

A principios de los años noventa, se utilizaron las LAN para compartir recursos, (dispositivos caros), básicamente impresoras y dispositivos de almacenamiento secundario (discos duros). Más tarde, surgen las aplicaciones para compartir procesos, donde empieza la idea de las arquitecturas de procesamiento distribuido tipo cliente/servidor. En esta arquitectura, es el servidor el que presenta mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento. Actualmente, las LAN sirven para acceder a todos los recursos de la red corporativa, ya sean los corporativos (accesibles por todos los usuarios, aunque puede haber restricciones, como el correo electrónico, base de datos...) y departamentales, que son accesibles sólo por grupos de usuarios.

Para estudiar las posibles aplicaciones y utilidad de Gigabit Ethernet, hay que ver si esta tecnología se va a encontrar con un mercado propio o si sólo es una solución a un problema. Esto empieza por estudiar la evolución de las redes y establecer comparaciones con otras tecnologías como ATM y FDDI.

### **3.7 Factores de Importancia**

Hoy en día, el uso de Internet en los negocios, aplicaciones multimedia basadas en la tecnología Web... han hecho que esta red no sea ya sólo un medio de transferencia de ficheros y de correo electrónico. Estas nuevas aplicaciones han aumentado el número de usuarios cuyo trabajo diario depende directamente de la red. Debido a esto, el tráfico en la red aumenta de forma geométrica y la naturaleza de las redes corporativas está en permanente cambio. Uno de los cambios más importantes es que es totalmente imposible predecir los patrones de tráfico que se forman al combinar el tráfico de Internet, el interno y el debido a aplicaciones multicast como la videoconferencia. Todo esto hace que la regla 80/20 (el 20% del tráfico de toda la LAN utiliza el backbone y el 80% es local) haya quedado anticuada.

A corto plazo, el crecimiento de Internet y de las aplicaciones que la usan, hará necesario aumentar el ancho de banda disponible por usuario. Ethernet a 10 Mb/s, que fue pionera en los años '70, y que es todavía una de las redes más utilizadas en el mundo, es incapaz de absorber el rápido crecimiento de tráfico en el backbone. Por esta razón, las variaciones más rápidas, como Ethernet conmutada a 10 Mb/s, Ethernet compartida a 100 Mb/s y más recientemente, Ethernet conmutada a 100

Mb/s, a parecen para mejorar este servicio. El problema es que a medida que las altas velocidades se incrementan para el usuario final, aumenta la presión en el backbone y puntos de acceso, produciéndose los temidos cuellos de botella. En este escenario es donde aparece Gigabit Ethernet.

Básicamente, Gigabit Ethernet mantiene la compatibilidad con el gran número de redes Ethernet a 10 Mb/s y a 100 Mb/s que hay instaladas, pero aumentando significativamente el ancho de banda disponible.

En las siguientes tablas, se comparan algunas de las características de estas tecnologías y las topologías que pueden presentar.

<b>Característica</b>	<b>10Base-T Ethernet</b>	<b>100Base-T Fast Ethernet</b>	<b>1000Base-T Gigabit Ethernet</b>
<b>Régimen binario</b>	10 Mb/s	100 Mb/s	1 Gb/s
<b>Categoría 5 UTP</b>	100 m	100 m	100 m
<b>STP/Coaxial</b>	500 m	100 m	25 m
<b>Fibra Multimodo</b>	2 Km	412 m (half dúplex)	220 m (half dúplex)
<b>Fibra Monomodo</b>	25 Km	2 Km (full dúplex) 20 Km	5 Km

Fig. 3.12.- Longitudes sobre cobre

Topología	Objetivo	Modos	Medio	Aplicaciones
<b>Conmutada</b>	Alto throughput	Full dúplex	Fib.multimodo	Backbone
	Larga distancia	Half dúplex	Fib.monomodo	Servidores
<b>Compartida</b>	Bajo coste	Half dúplex	Cobre Fib.multimodo	Servidores
	Corta distancia		Cobre	Desktop

Fig. 3.13.- Modos y Medios de enlaces Gigabit

Como muestran las tablas, Gigabit permite comunicaciones half y full dúplex sobre varias interfaces físicas (fibra y cobre) y topologías. Este amplio rango de opciones es lo que le permite implementarse en LANs de todos los tamaños. Elegir una topología o medio físico depende de la aplicación particular de la red. Algunas de estas aplicaciones son:

- a) conexiones conmutador-servidor
- b) backbones corporativos (dentro y fuera de edificios) para interconexión de LANs
- c) backbones entre campus...

### 3.7.1 Ancho de Banda

Como hemos dicho antes, Gigabit aumenta considerablemente el ancho de banda disponible para el usuario final. Con esto, los backbones de las redes corporativas se pueden escalar, disminuyendo la congestión. Las empresas pueden transferir grandes ficheros entre servidores y clientes, servidores y otros dispositivos de Internet. De esta forma, también las aplicaciones multiprocesador cuestan menos de implementar. Aplicado a la industria en general, los fabricantes pueden transferir de forma eficiente grandes ficheros CAD/CAM y las empresas dedicadas a la venta, pueden acceder a información del cliente en bases de datos de forma más rápida.

Además, este aumento de ancho de banda permite a los organismos de gestión de redes conectar gestores más potentes directamente a los nodos del backbone.

### **3.7.2 Migración**

Gigabit mantiene el estándar IEEE 802.3 y el formato de trama de Ethernet, así como las posibilidades de gestión de red de IEEE 802.3. Como mostraban las tablas anteriores, también opera sobre las mismas estructuras que Ethernet a 10 y 100 Mb/s, que coinciden con las empleadas por las redes ATM y FDDI.

Gracias a esto, las organizaciones pueden pasar fácilmente a usar el hardware de Gigabit, manteniendo sus aplicaciones software, sistemas operativos, aplicaciones de gestión y protocolos de red como TCP/IP, IPX... Rara es la vez que una red se instala desmantelando totalmente la red anterior. Como Gigabit se basa en la arquitectura de Ethernet, puede distribuirse y ampliarse sin causar alteraciones a la base existente, en el caso de las redes más complejas. Además, presenta la posibilidad de conectar a los servidores de mayor capacidad de forma centralizada.

### **3.7.3 Gestión de red**

Gigabit utiliza los mismos principios y proporciona la misma gestión que las redes Ethernet anteriores. Los objetos de gestión, atributos y acciones, están definidos de forma idéntica en Gigabit que en las redes de 10 y 100Mb/s. Esto permite una gestión integrada de las redes 10/100/1000. De esta forma, los administradores de red proporcionan ancho de banda adicional a los usuarios sin requerir un nuevo sistema de gestión.

El coste total, uno de los criterios más importantes en la migración a nuevas redes, es menor para las redes basadas en Ethernet que para las basadas en ATM u otras tecnologías, debido a la fuerte relación de Gigabit con los estándares ya existentes.

### **3.8 Migración a Gigabit Ethernet.**

Gigabit Ethernet es Ethernet a 100 Mb/s, sólo 10 veces más rápida. Sin embargo, las aplicaciones son las mismas para las dos. Además, gracias al ancho de banda, a la transmisión sobre fibra óptica monomodo y al uso de los formatos de trama de IEEE 802, es la mejor opción para integrar y migrar los backbones basados en FDDI. Las aplicaciones iniciales para Gigabit Ethernet son los campus o edificios que requieren mayor ancho de banda entre sus conmutadores y backbones a 10 y 100 Mb/s.

Una de las principales aplicaciones es la conexión conmutador-conmutador. Esto implica la sustitución de las conexiones a 100 Mb/s entre conmutadores por enlaces de Gigabit. En cuanto a los conmutadores, si no son modulares (admiten la posibilidad de insertar un módulo de red de Gigabit), habrán de ser sustituidos completamente.

Las siguientes Figuras. muestran un ejemplo de esta aplicación. La primera Fig. 3.14 muestra una red típica que utiliza conmutadores a 10 y 100 Mb/s, que proporcionan conexiones dedicadas y semi dedicadas entre el usuario final y los servidores, usando conmutadores y repetidores. Debido a la naturaleza imprevisible del tráfico, es casi seguro que el enlace entre los dos conmutadores a 100 Mb/s sea una fuente de congestión, y un candidato perfecto para un enlace de Gigabit full-duplex. La segunda Fig. muestra la red ya modificada. El backbone soporta ahora mayor número de segmentos. Dependiendo de la posición de los conmutadores, se utilizará fibra multimodo o cobre para establecer el enlace.

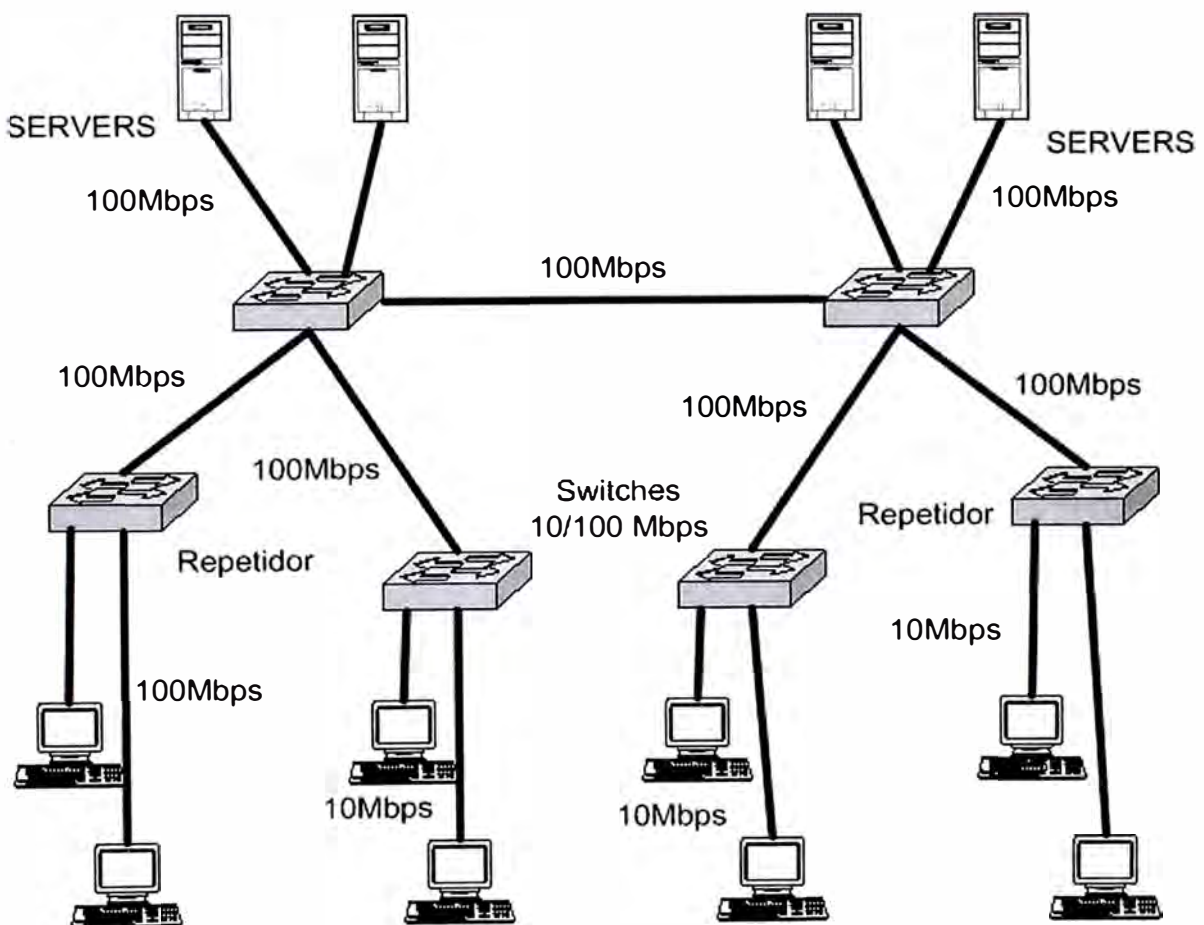


Fig. 3.14 .- Red física de 10/100 Mbps

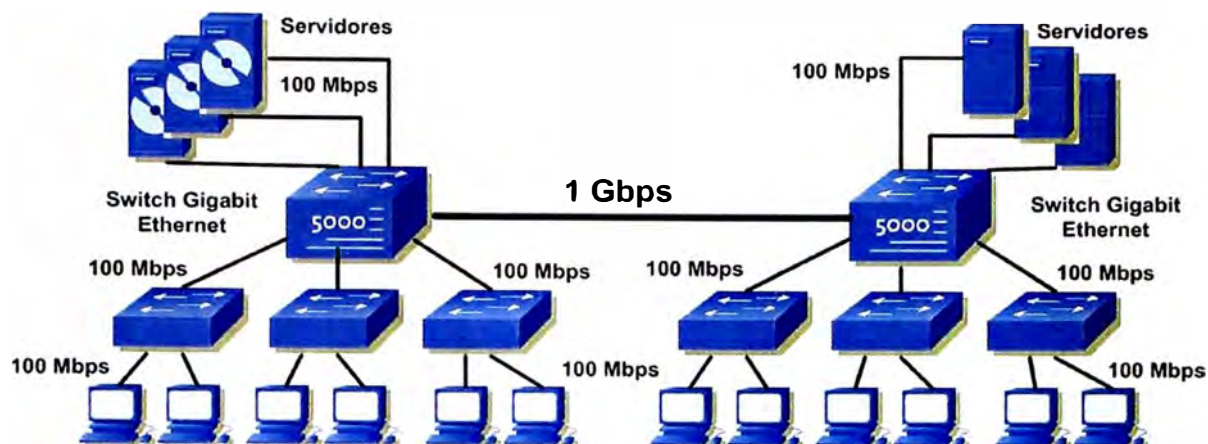


Fig. 3.15 .- Red Física 100 / 1000 Mbps

Analizando la segunda Fig 3.15., vemos que la mayor parte del tráfico de los usuarios finales es hacia los servidores, con lo que estas conexiones también pueden generar cuellos de botella. Aquí es donde aparece una segunda aplicación de Gigabit, en los enlaces conmutador-servidor. Hoy en día, los servidores de mayor capacidad, están conectados a los conmutadores, usando tarjetas de red de 100Base-Tx. Pasar a Gigabit implica sustituir los enlaces a 100 Mb/s entre servidores y conmutadores por enlaces de Gigabit. Como antes, si los conmutadores no son modulares, deben ser sustituidos completamente. La siguiente Fig. muestra una red típica de servidor/cliente, sobre conmutadores a 10 y 100 Mb/s. Al pasar a Gigabit, la mayor capacidad de la red permite un acceso más rápido a las bases de datos de los servidores a través de la red. Las conexiones entre conmutadores y servidores pueden funcionar sobre cobre si estos dispositivos se encuentran a menos de 25 m. Si no, se utiliza una conexión sobre fibra multimodo.



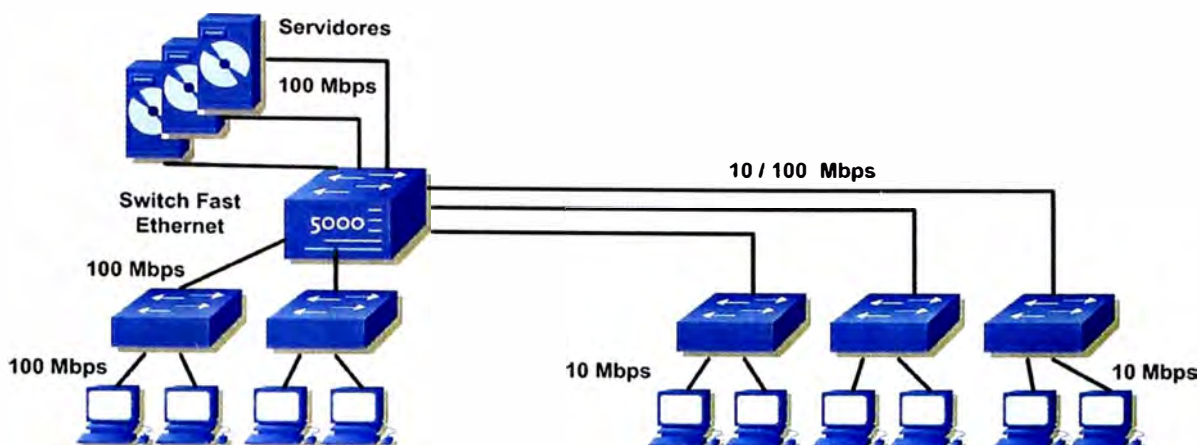


Fig. 3.16 .- Segmentos FastEthernet y Segmentos 10 Mbps

Tal vez, la aplicación óptima de Gigabit, es su utilización en el backbone de edificios. En esta situación, los enlaces de Gigabit se utilizan para conectar los conmutadores, routers y dispositivos de gestión ubicados de forma centralizada en el edificio, con la estructura presente en cada planta del edificio. En los enlaces de subida del edificio, se utiliza fibra multimodo. Otro caso similar es el de los campus. En este caso se utiliza fibra monomodo en los enlaces de Gigabit. Las conexiones servidor-conmutador siguen las especificaciones contadas anteriormente.

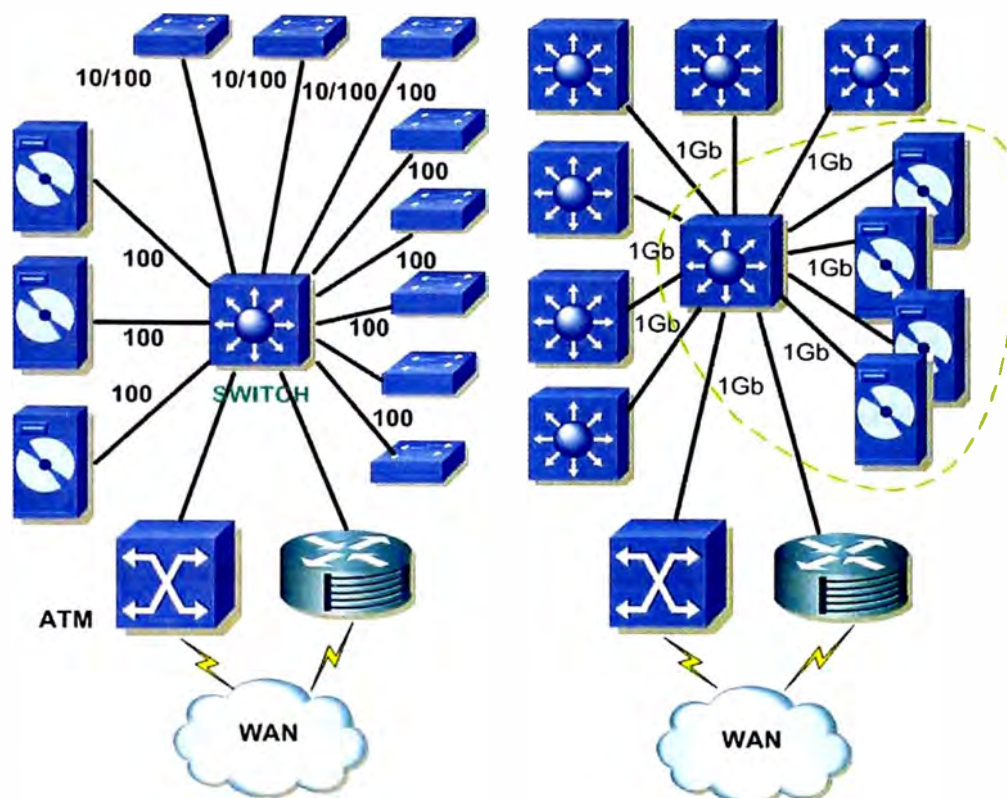


Fig. 3.17 .- Escalabilidad Gigabit sobre 10 / 100 Mbps

### 3.9 Cambio en Redes Ethernet 100Mb/s y FDDI

FDDI es todavía una de las tecnologías de alta velocidad dominante en las infraestructuras de campus y edificios. Sin embargo, muchas de estas redes, tienen a la mayoría de estaciones conectadas a través de segmentos de Ethernet conmutada o compartida, por lo que el paso a Fast o Gigabit Ethernet es la opción más adecuada. La migración siempre es gradual, controlando el proceso y la estabilidad.

Un backbone de Ethernet a 100 Mb/s o de FDDI que comprende múltiples conmutadores a 10/100, que pasa a conmutadores de 100/1000, permite conectar directamente al backbone a los servidores de mayor capacidad. Con esto, aumenta la rapidez de las conexiones, el número de segmentos conectados a la red y el

número de usuarios. Como en el apartado anterior, sirven los comentarios sobre cambios en conmutadores y medio de transmisión a utilizar por los enlaces.

### **3.10 Redes Compartidas y Conmutadas**

La evolución de Internet de sus orígenes como transmisión de ficheros y correo electrónico hasta el estado actual, hace que la pérdida de datos sea bastante probable. Además, aplicaciones como transmisión de vídeo y de voz, presentan requerimientos bastante estrictos en cuanto a retardos. Todo esto hace necesario la negociación de unos parámetros de calidad, QoS (Quality of Service). La congestión es uno de los problemas más serios en empresas, campus y backbones. El tráfico se concentra desde el extremo de la red hacia el centro, causando en determinados puntos de la red esta congestión.

Los primeros routers y conmutadores, utilizaban colas FIFO (First In First Out) para manejar el tráfico entrante y saliente. Las pérdidas de paquetes se solucionaban usando complicados mecanismos de recuperación en TCP y otros protocolos de transporte.

Con el tiempo, y al aumentar la velocidad de las redes, el ancho de banda y la gestión del tráfico se convirtieron en cuestiones esenciales. Al principio, las aplicaciones de Internet utilizaban un sistema basado en el campo Tipo de Servicio de IP, que comprobaban los routers y conmutadores en la cabecera de IP para distinguir distintas prioridades en el tráfico. Esta modificación se utilizó poco. A este sistema le siguieron distintas modificaciones en TCP para proporcionar control

de la congestión de extremo a extremo. Con estos cambios, se igualaron las posibilidades de acceso a Internet para cualquier usuario.

Otros grupos de trabajo, trataron la gestión del tráfico alterando el propio protocolo Ethernet. Estos cambios afectaron por ejemplo, al tiempo de Backoff (buscaban menor tiempo de latencia para los nodos de mayor prioridad o multimedia). Otro ejemplo es el estándar IEEE 802.3x para el control de flujo full-duplex, donde se permite a las estaciones congestionadas detener la transmisión del resto para poder vaciar sus buffers. Este es el sistema de control de flujo utilizado por 10 Mb/s, 100 Mb/s y Gigabit Ethernet.

Hoy en día, la gestión del tráfico ha evolucionado hasta un estado en el que los requerimientos de QoS también son soportados por los routers y conmutadores, gracias a tecnologías como el RSVP (ReSerVation Protocol), IEEE 802.1Q/p y control de flujo.

Proporcionar una determinada QoS, donde los retardos son predecibles y determinados, característica de las redes ATM, va a ser posible gracias a las redes basadas en paquetes. Con ATM, la combinación de pequeñas unidades de transporte (de 64 a 1500 bytes), señalización de extremo a extremo tipo circuito virtual y control de flujo, asegura el retardo incluso a través de redes muy grandes. Esto no es generalmente posible en las redes basadas en paquetes. Sin embargo, protocolos como el RSVP, (protocolo de señalización extremo a extremo que permite a una estación pedir la reserva de un ancho de banda garantizado a través

de la red), y nuevas tecnologías de conmutación (IP switching, Tag switching), permiten la implementación en LANs de características de QoS que antes sólo eran posibles en ATM.

### **3.11 Gigabit Ethernet Frente a otras Tecnologías.**

Con Gigabit Ethernet, aumentan las opciones en cuanto a tecnologías de alta velocidad para LANs (Gigabit, ATM, FDDI). Como hemos comentado, la evolución de las redes de área local, implica ahora comunicaciones entre campus dispersos geográficamente, un aumento de usuarios finales... en definitiva, un aumento del tráfico que las típicas redes Ethernet a 10 Mb/s compartidas no pueden manejar. Esto ha impulsado la distribución de tecnologías más rápidas como Fast Ethernet y FDDI (Fiber Distributed Data Interface) en los backbones. Así se consiguen velocidades de 10 Mb/s en las conexiones finales y de 100 Mb/s en el backbone. A finales de los noventa, la combinación del bajo coste de los adaptadores de Fast Ethernet y la mayor rapidez de los PCs, provocaron un aumento de la demanda de ancho de banda en el usuario final, que se traduce, en mayor demanda en el backbone. Para satisfacer esta demanda, hay dos tecnologías compitiendo en el backbone, ATM (Asynchronous Transfer Mode) y Gigabit Ethernet.

### **3.12 ATM vs. Gigabit Ethernet**

Para comparar Gigabit Ethernet con ATM; es necesario distinguir los campos de acción de cada una de ellas dentro de las redes de empresas. Mientras que muchas de las conexiones finales a usuario son de tipo Ethernet 10Base-T y migran hacia

100Base-T, la mayor parte de la red sigue la tecnología ATM. ATM es la base para servicios como RDSI, DSL, a parte de los propios. Es decir, estas dos tecnologías no son excluyentes, se complementan una a la otra. La parte final al usuario se mantendrá basada en Ethernet, mientras que la red WAN continuará con ATM. Estas dos partes se encuentran en el backbone. Para decidir cuál de las dos se utiliza en este punto, hay que considerar el coste, aplicaciones y servicios que se requieren, así como el tamaño de la red, topología y redundancia necesaria.

Red	Protocolos LAN	Escalabilidad	WAN	QoS Multimedia
Ethernet	Sí	Sí	Emergente	Emergente
ATM	Sí	Sí	Sí	Sí

Fig. 3.18 .- Comparación Ethernet / ATM:

Estas tablas resumen las diferencias y similitudes entre ATM y Gigabit Ethernet. en cuanto al ancho de banda, Gigabit proporciona ancho de banda a bajo coste, mientras que ATM proporciona un ancho de banda similar a un coste mayor. Esto se debe al tipo de servicios que presta ATM.

Viendo el QoS, Gigabit se basa en protocolos no muy estables todavía, como RSVP, IEEE 802.1Q/p... mientras que ATM proporciona una QoS garantizada. ATM permite la transmisión de datos, voz y vídeo de forma integrada, mientras que Gigabit permite la transmisión de datos a alta velocidad y la transmisión de voz y vídeo depende del éxito de este transporte sobre IP. En cuanto a aplicaciones, existe un solapamiento entre las dos tecnologías, la única diferencia está en la posible implementación de redes WAN.

Características	Gigabit Ethernet	ATM
Precio/Instalación/Ancho de banda	Bajo coste	Coste moderado
QoS	RSVP, IEEE 802.1Q/p	QoS garantizado
Aplicaciones de usuario	Datos a alta velocidad, voz/vídeo sobre IP	Datos, vídeo y voz
Producto disponible	Finales de 1997	Principios de 1996
Aplicaciones de red	Backbones de edificios, campus.	WAN, backbones de edificios, campus.

Fig. 3.19 .- Comparación Técnica

Una de las desventajas de Gigabit Ethernet es que la madurez de sus productos es menor que la de otras redes como FDDI, ATM o Fast Ethernet. Aunque los estándares de ATM están en continua evolución, la base está bien probada. Esto hay que tenerlo en cuenta.

Entonces, ¿qué criterios se pueden seguir para decidir entre estas dos tecnologías? Lo mejor es decidir a partir de los servicios que se necesiten. Podemos establecer una clasificación:

- a) ATM si se necesita
- b) una QoS garantizada
- c) infraestructura para la integración de voz, datos y tráfico
- d) acceso similar del backbone a la WAN o entre LAN-WAN
- e) escalabilidad de la red (en ATM, de 155 Mb/s a 622 Mb/s o 2.4 Mb/s)
- f) topologías complejas
- g) Gigabit Ethernet si se necesita

- h) migración fácil y bajo coste de instalación. Esto es lo que sucede si la red existente es Ethernet a 10 o 100 Mb/s
- i) una QoS suficiente
- j) si el tráfico de la red es datos o paquetes de voz y audio

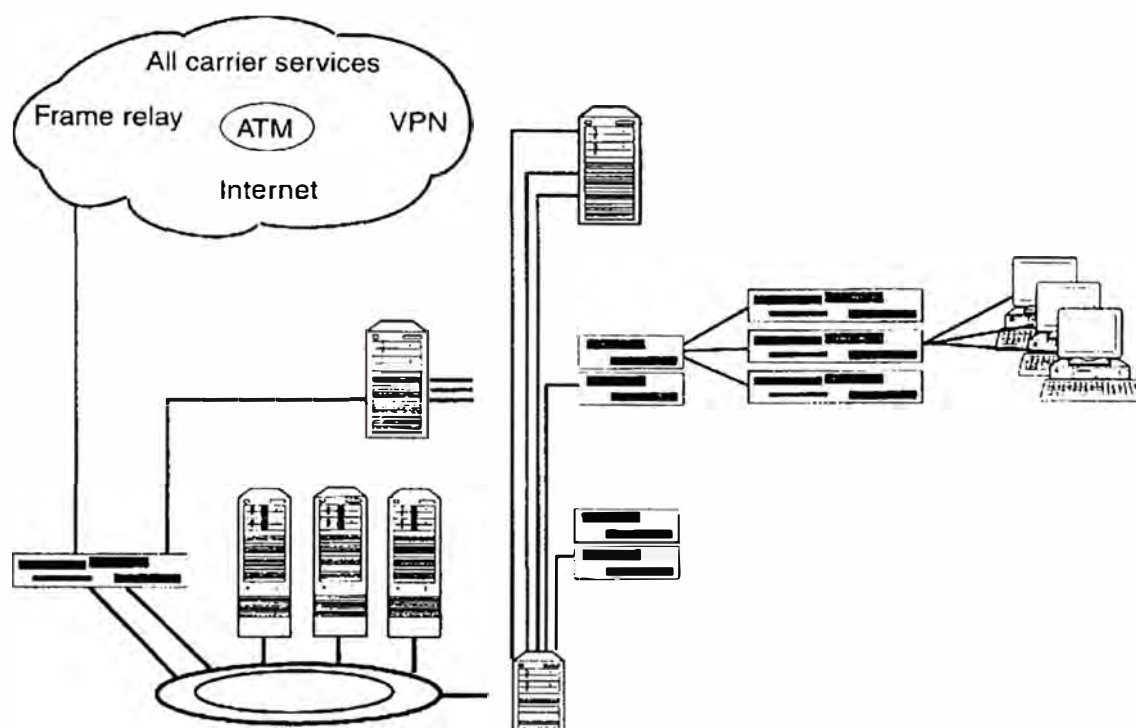


Fig. 3.20 .- ATM-Ethernet en la WAN

En conclusión, ATM y Gigabit Ethernet no son un sustituto una de la otra. Cada tecnología es apropiada para un tipo de aplicaciones. En pocas palabras, Gigabit Ethernet es adecuada para las áreas en las que tecnologías como Ethernet a 10 y 100 Mb/s y FDDI no van a poder ofrecer durante mucho más tiempo el ancho de banda requerido, es decir en áreas en las que se requiere un throughput elevado y la integración con redes WAN y requerimientos de QoS no son lo principal. ATM se adecua a los entornos en los que el vídeo, voz y otras aplicaciones sensibles al retardo a través de la WAN son de mayor importancia. El caso más usual, es sin



embargo, que las dos redes coexistan sin problemas, cada una en su segmento, como por ejemplo en la Fig.. 3.20.

### **3.13 Gigabit Ethernet vs. FDDI**

FDDI (Copper Distributed Data Interface) permite 100 Mb/s sobre cable UTP de categoría 5, fibra multimodo y monomodo, la misma infraestructura que Gigabit Ethernet. Debido a sus características de acceso a la red, los dos anillos, la capacidad de cada nodo de gestión, formato de trama según IEEE 802,... y alta velocidad, FDDI se ha convertido en uno de los principales métodos para interconectar redes de campus y backbones de edificios. El único problema que presenta, es, como hemos comentado anteriormente, que su capacidad de ancho de banda es limitada. Aquí es donde le aventaja Gigabit Ethernet.

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTUDIO ACTUAL DE LA RED DE CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

#### **4.1 Topología**

El estado de la Red de Campus, debe servir para proponer las actualizaciones o migraciones que deben tener las características de integración completa entre una WAN y una LAN, como lo es Gigabit Ethernet

La Universidad Nacional de Ingeniería cuenta con la siguiente topología de Red.

El nodo B con un switch Ethernet de 36 puertos

El nodo G con un switch Ethernet de 36 puertos

El nodo N con un switch Ethernet de 36 puertos

El nodo Q con un switch Ethernet de 36 puertos

Los Nodos G, N y Q unidos por 6 pares de Fibra Optica Multimodo en estrella con el Nodo B (Rx Tx )

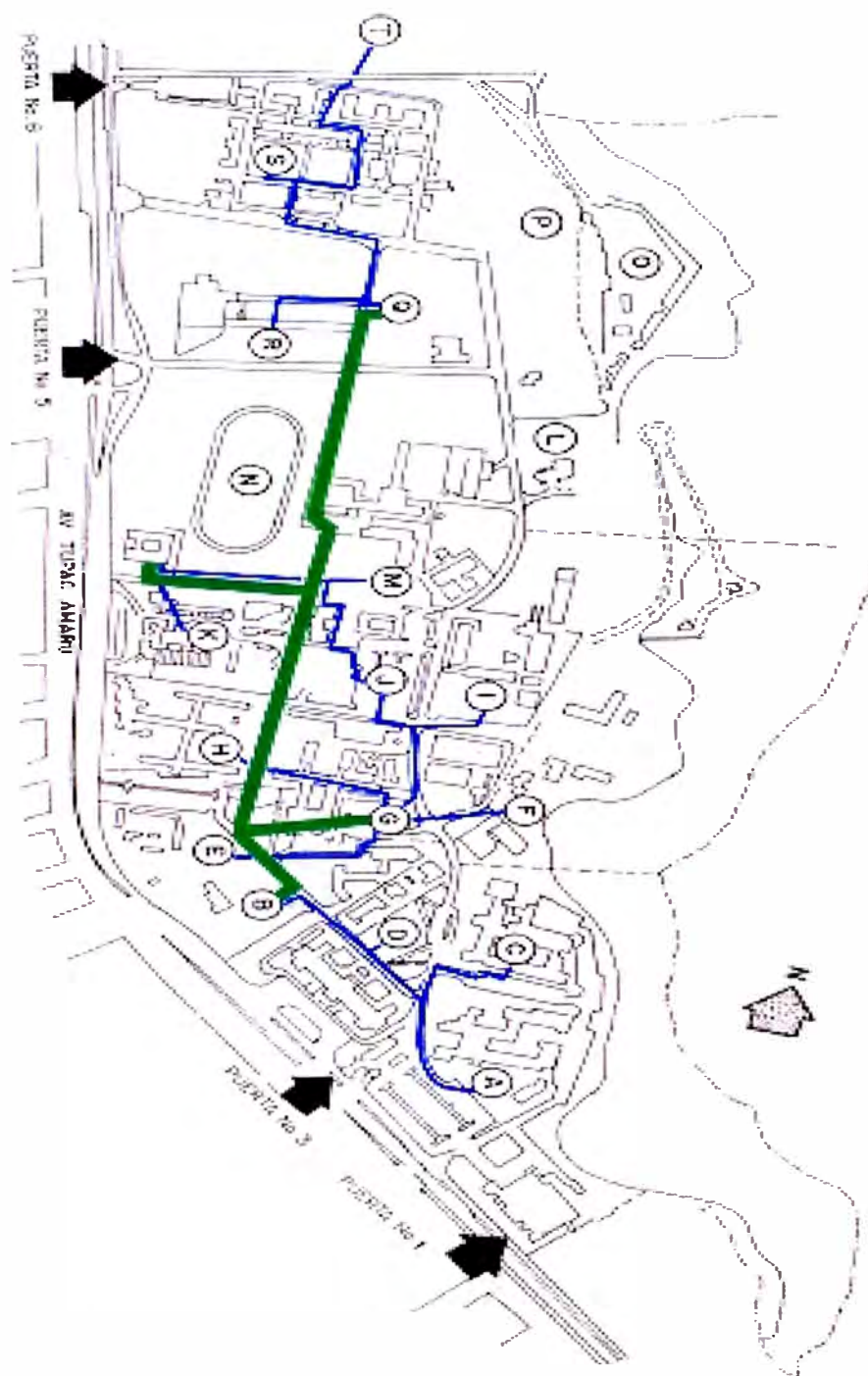


Fig. 4.1 .- Red de Campus

A su vez cada nodo tiene enlaces remotos, según se describe en la siguiente tabla, donde se tiene a cada dispositivo de comunicación (switch o hub) configurado con una dirección IP clase B, ( 134.141. x. x) . Cada uno de estos monitoreado y administrado desde un host a través del software Spectrum Manager bajo SNMP ( Protocolo de Gestión de Red Simple ).

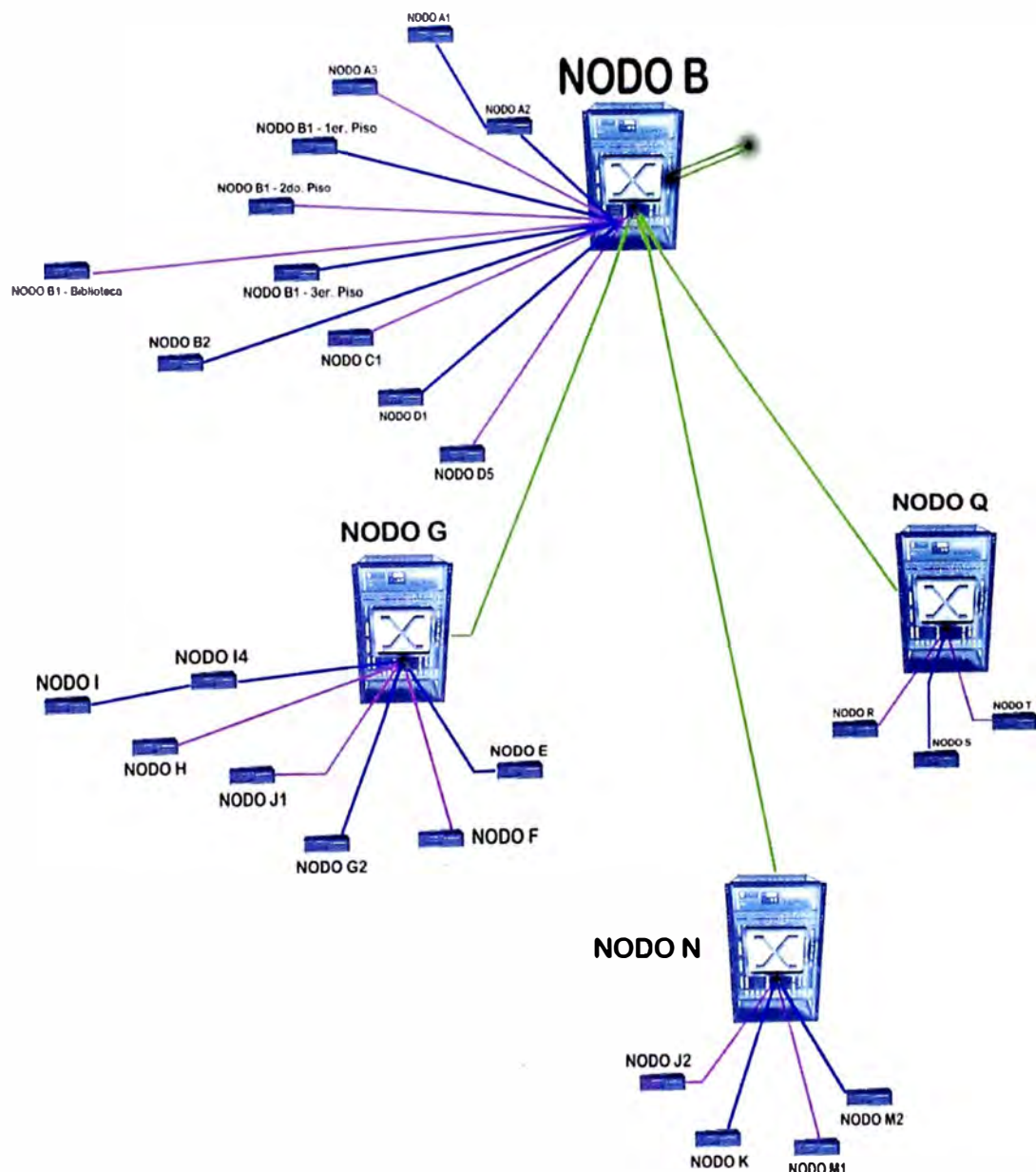


Fig. 4.2 .- Backbone de la Red de Campus

## 4.2 Gestión de Red

La red actual cuenta con la VLAN MANAGER y el SPECTRUM, del fabricante Cabletron Systems, con el cual se logra cierto nivel de Gestión fundamental a nivel de dispositivos de comunicación (switches, uplinks, sehis ) basado en estado y monitoreo de sus puertos.

La gestión de las LANs virtuales, sobre SecureFast propietaria de Cabletron Systems, fundamentalmente basada en VLAN a nivel MAC y por Puerto, con la seguridad de dichas propiedades.

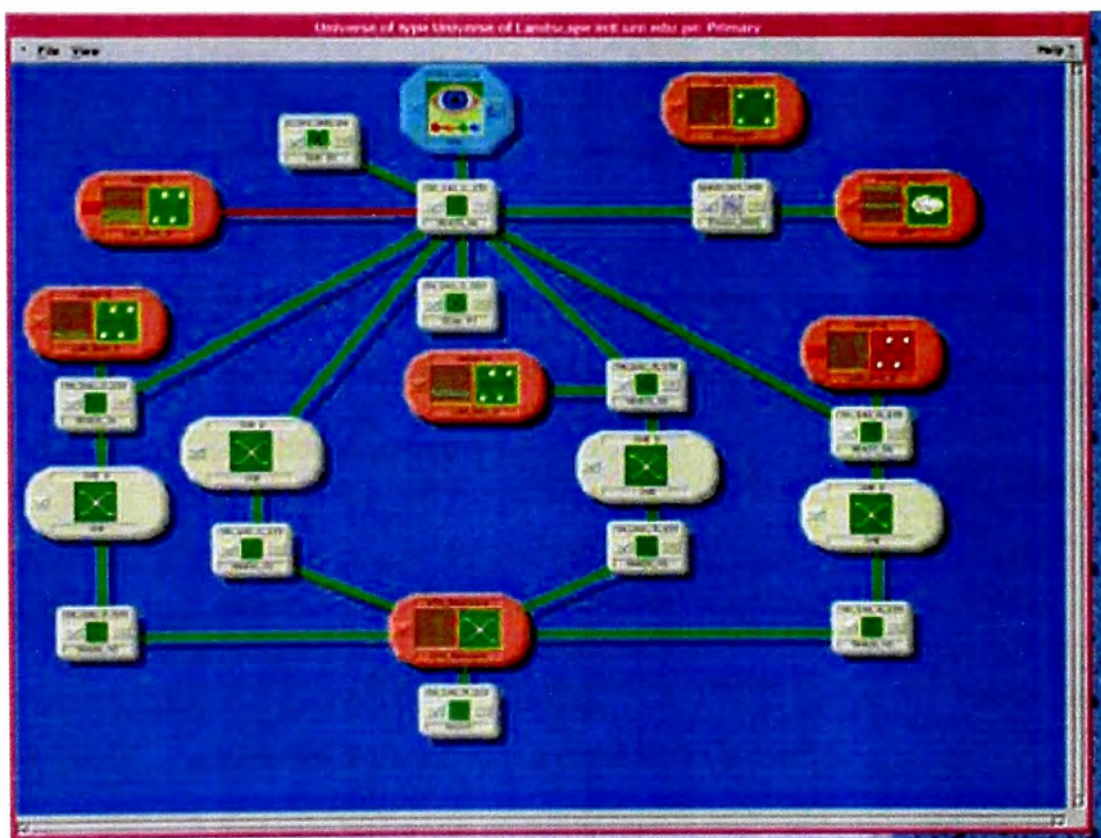


Fig. 4.3 .- Topología de la Red Spectrum

Cada dispositivo de comunicación viene con un Agente de Gestión de fabrica, configurable basándose en nombres de comunidad (public), Gestión de Alarmas,

Colisiones, habilitado, trafico, de cada puerto de cada dispositivo remoto. Estado de los pipes o enlaces de comunicación (F. O: o UTP ) entre cada uno de ellos.

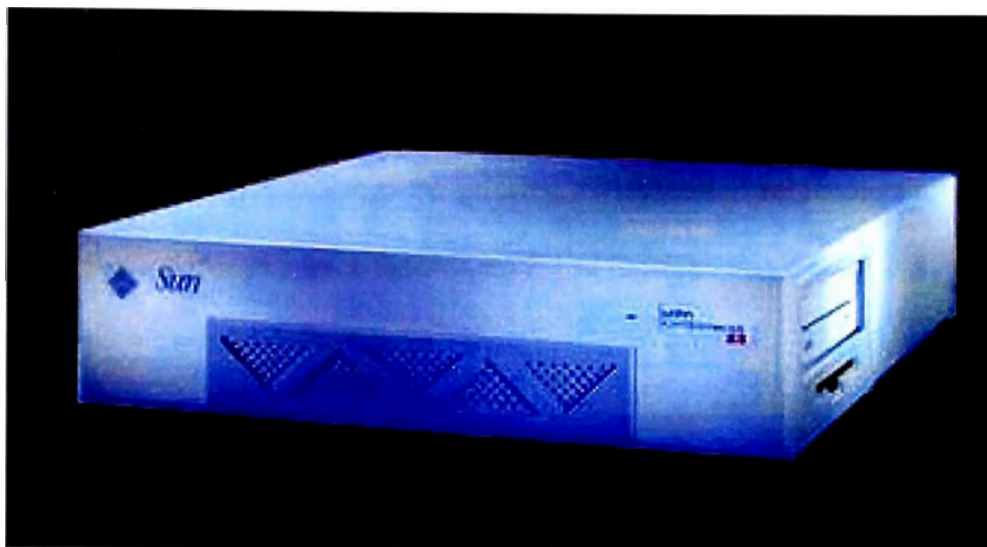


Fig. 4.4 .- Equipo de Gestión SPECTRUM

El nivel 1 de OSI es la referencia para el direccionamiento físico que permite una administración lógica de todos los usuarios en los 4 nodos, sobre un solo dominio y 5 Lan Virtuales (llamadas comúnmente VLANs )

vlan

ACADEMICA	usuarios cuya vlan son enrutables a internet
BASE	usuarios ( dispositivos de comunicación )
PURGATORIO	usuarios no enrutados a nivel IP en la Red
SIB	Sistema Integrado de Biblioteca
OCEF	Oficina Central de Economía y Finanzas
ORCE	Oficina Registro Central

Cada uno independiente en el Nivel Lógico IP, sin importar el segmento físico donde se encuentre. La integración del ATM (Modo de Transferencia Asincrona ) a la Red LAN , se hace a través de ELANs, LAN emuladas a Nivel 2 Lógico IP. Y a

nivel físico a través de los up-links entre el switch ATM 9A<sup>a</sup> 000 y el switch Ethernet 9E423 – 36, residente sobre un modulo ambiental, bajo un backplane físico (INB).

El switch Matriz E7 Gigabit ethernet, aumenta la performance y la velocidad de la Intranet y aumentando el numero de puertos switcheados remotos, en cada nodo, usando la misma infraestructura tendida en Fibra Óptica.

### **4.3 La Capacidad Actual**

La capacidad actual de la Intranet a nivel de usuarios son 4 switch ethernet de 36 puertos, mas los hubs de 12 y 24 puertos en los nodos remotos, según la tabla anterior.

La capacidad es de 10Mbs extendido a través de F.O. ya sea por ATM o Ethernet, partiendo desde un Nodo hasta el ultimo EPIM del dispositivo de comunicación, de donde parte el cableado UTP (cobre) hasta el host del usuario final.

El numero de estos va disminuyendo debido al uso y a falta de condiciones ambientales y soporte de UPS cuando el suministro de energía es interrumpido.

El crecimiento de la Red a generado una escalabilidad anómala, con la proliferación de hubs no gestionables aumentando el dominio de colisión en distintos sectores de la Red.

Al año 1998 se estimaba los siguientes niveles y cantidad de usuarios.

1998    4 Swwitches E423-36, 16 Sehis      336 Puertos    la mitad en uso

1999	4 Swwitches E423-36, 16 Sehis	336 Puertos	en uso
2000	4 Swwitches E423-36, 16 Sehis + 4 Swicthes 10 BaseT + Hubs	420 Puertos	todos en uso
2001	4 Swwitches E423-36, 16 Sehis + 8 Swicthes 10/100 BaseT + Hubs	800 Puertos	todos en uso
2002	4 Swwitches E423-36, 16 Sehis + 8 Swicthes 10 BaseT + n Hubs	1200 Puertos	todos en uso

A la fecha se estima un mayor numero de puertos de Hubs que de switches, sin contar los Hubs clandestinos, ubicados por lo general cerca de los centro de estudiantes o laboratorios. Y en total deben exceder los 1200 MACs en toda la Universidad

#### **4.4 Análisis**

La red actual la podemos dividir en tres zonas para su mejor análisis.

**4.4.1 Zona de Acceso a la LAN.-** constituida por los switches y hubs de borde, comúnmente, de poca capacidad y ninguna gestión, y son el medio a través del cual las estaciones de trabajo de los usuarios se conectan a la red.

**4.4.2 Zona de Core/Distribución.-** constituida por los swicthes principales, comúnmente llamadas NODOS, donde acceden los switches o hubs de borde.



**4.4.3 Zona de Servicios de Internet.-** constituida por los equipos de acceso a la plataforma de Internet y los Servicios de Red L7, hacia la WAN.

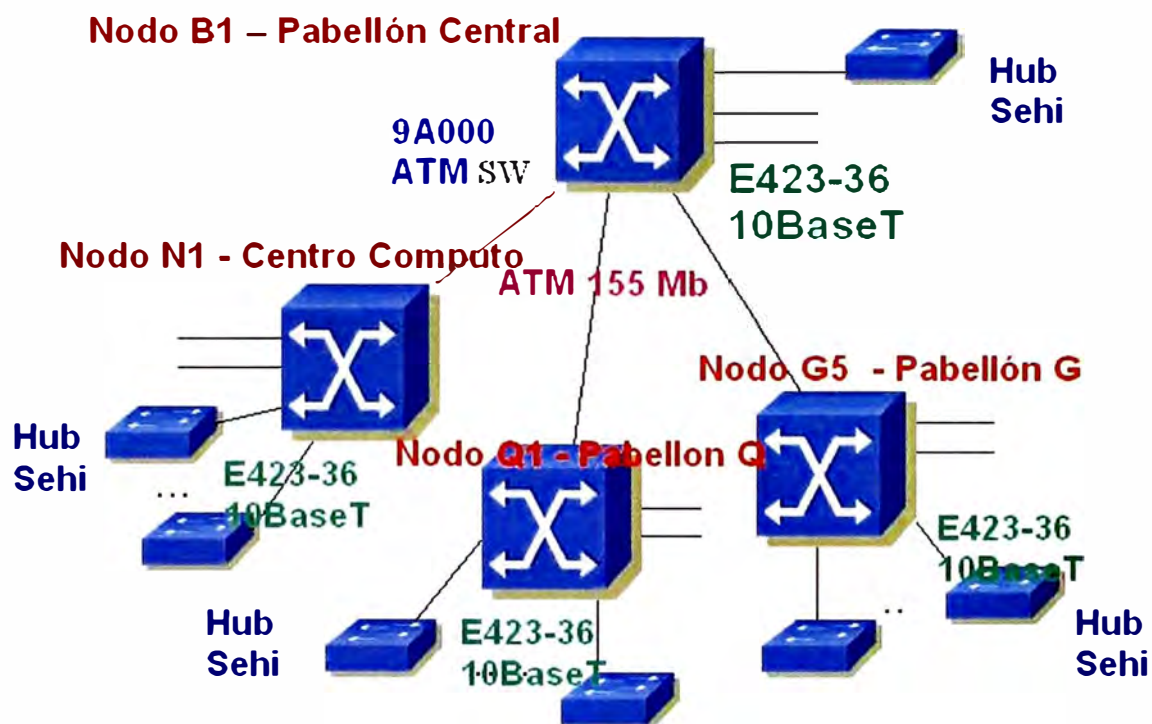


Fig. 4.5 .- Red Híbrida LAN ATM

La red a la fecha abril del 2004 esta constituida por un core de 4 Nodos principales con Switches LAN(Switch MMAC PLUS - Cabletron), conectados en topología estrella con enlaces de 155 Mbps; donde cada Switch dispone de modulo de 24 ports switch ethernet 10 Mbps Estos Switches Principales (Nodos B1, N1, Q1, G5) a su vez atienden a 25 nodos secundarios ( 11 en el B1, 4 en el N1, 3 en el Q1, 7 en el G5) con enlaces de 10 Mbps(10BaseT), con Hubs Sehis – Cabletron. Para llegar a los usuarios se utilizan estos Hubs, así como switches/hubs de otras marcas(D-link, 3com, Encore, etc...) que en el paso del tiempo se han ido agregando.

Respecto al cableado horizontal, se dispone 6 pares de fibra entre el nodo B1 y cada uno de los Nodos G5, Q1 y N1 (3 pares monomodo y 3 pares multimodo), así como 2 pares de fibras multimodo entre cada Nodo Principal y sus respectivos Nodos secundarios. En el cableado vertical por Facultad, en su mayoría es UTP

#### **4.4.4 Problemas detectados en el Equipamiento:**

A mediados del 2001, Fallo el equipo en el Nodo Q1, hora dichos nodos secundarios son atendidos por el Nodo G5 – civiles Los equipos se quedaron sin soporte en 1999 por contrato.

La compañía Cabletron dejo el mercado, y la compañía que lo reemplaza no ofrece ningún desarrollo sobre el actual hardware. En el mercado no hay compañías que soporten o tengan hardware para reemplazar alguna pieza de los equipos actuales. Al momento la Universidad tiene Hubs y un Switch Principal MMAC sin funcionamiento.

#### **4.5 Problemas Detectados en la Tecnología usada:**

Sin desarrollo en equipos ATM LAN. Hoy en día la mayoría de fabricantes ha dejado de producir e investigar en equipos ATM – LAN, a demás de los p precios elevados de partes y equipos ATM. Es escaso el equipamiento en esta línea y los pocos encontrados son muy caros.

El core de la red basado en ATM, si bien fue una tecnología emergente para cubrir el envío de trafico multimedia y altas velocidades de interconexión, hoy en día el ethernet ha cubierto en su totalidad las exigencias de LAN; siendo mas sencilla su

implementación, administración, diagnóstico de problemas, escalable(velocidades 10,100,1Giga, 10 Giga,...futuro Terabit), calidad de servicio con el manejo de Vlans y técnicas de QoS en los equipos, además de ser más económico.

La Red en la parte de acceso esta basada en Hubs, los cuales permiten las colisiones, no reducen el broadcast, por lo cual los tiempos de respuesta para los aplicativos son muy lentos.

Las redes LAN definidas(vlans) se comunican entre ellas usando una Pc(con múltiples IPs) para su interconexión – lo cual degrada la capacidad de conmutación entre redes(vlans)

No hay políticas de administración del tráfico en la LAN. No hay políticas de control en el Acceso a la Red, cualquiera se conecta usando un hub adicional, lo cual ofrece un descrecimiento desmedido y perjudicial para los otros usuarios en la misma. El control de direccionamiento es problemático y sin control de las direcciones en la red, es posible que exista duplicidad. Los cambios en la definición de VLANs, presentan problemas en algunas oportunidades, por que no se actualizan automáticamente.

El software de administración caduco su licencia(1999), al momento con las limitaciones de upgrade es el único que permite la Gestión de la Red. Algunos software para educación a distancia, probados a modo de test, no han podido correr en la red de la Universidad, la lentitud de la red no lo permite.

Actualmente esta zona es parte de la misma red lan, siendo una vlan más en la red interna, teniéndose una lan pública esparcida por toda la red y servidores colocados directamente frente al Internet(Web UNI). La Zona de servicios de Internet no tiene barreras de seguridad, solo las previstas a nivel de software en los mismo servidores, habiéndose reportado ataques en alguna fecha.

En la Zona de servidores, no se hace un real balanceo de los múltiples request de usuarios cuando solicitan la pagina WEB UNI (especial en fechas de admisión); esto trae consigo lentitud al momento de ver la página web desde el exterior. Así como métodos de aceleración de la página web(cache reversal).

La Salida a internet es manejada por un router Cisco2500, el cual tiene dos interfaces seriales de 2 Mbps, una es usada para el actual servicio Infovia(128k) y la otra para la conexión Internet(2Mbps)

El problemas detectado en el Equipamiento se debe al uso intensivo del CPU, desde 53% a 75% en momentos pico, señal de una degradación de la performance y una lentitud para el servicio. La performance del equipo por la arquitectura procesa 3000 pps, lo cual ofrece una latencia de 0,33 mseg por paquete. El equipo no dispone de upgrade a interface de mayor velocidad para la interconexión a otros servicios.

Las opciones de control de tráfico, se han extremado con ACLs, degradando el rendimiento del equipo. Por lo que la barreras de control y seguridad se estiman muy deficientes. Ver Tabla : 4.1

Tabla. 4.1 .- Estadísticas de tráfico del 28 Junio 2003

cetel#sh processes cpu

CPU utilization for five seconds: 75%/33%; one minute: 45%; five minutes: 45%

PID	Runtime(ms)	Invoked	USecs	5Sec	1Min	5Min	TTY	Process
1	94476	4415	21398	0.00%	0.08%	0.06%	0	RIP Router
2	759892	7387	102868	0.00%	0.50%	0.48%	0	Check heaps
3	104	37	2810	0.00%	0.00%	0.00%	0	Pool Manager
4	263932	834830	316	0.48%	0.09%	0.07%	0	Timers
5	71684	19638	3650	0.08%	0.04%	0.05%	0	ARP Input
6	0	1	0	0.00%	0.00%	0.00%	0	SERIAL A'detect
7	4	1	4000	0.00%	0.00%	0.00%	0	Probe Input
8	0	1	0	0.00%	0.00%	0.00%	0	RARP Input
9	2572400	733576	3506	4.41%	3.50%	3.91%	0	IP Input
10	7328	18100	404	0.08%	0.01%	0.00%	0	TCP Timer
11	512	152	3368	0.00%	0.00%	0.00%	0	TCP Protocols
12	140	455	307	0.00%	0.00%	0.00%	1	SetSpeed
13	296	112	2642	0.00%	0.00%	0.00%	0	BOOTP Server
14	0	1	0	0.00%	0.00%	0.00%	0	Asy FS Helper
15	549588	68717	7997	0.48%	0.47%	0.46%	0	IP Background
16	216544	1164	186034	0.00%	0.06%	0.01%	0	IP Cache Ager
17	0	1	0	0.00%	0.00%	0.00%	0	Critical Bkgnd
18	116	43	2697	0.00%	0.00%	0.00%	0	Net Background
19	40	73	547	0.00%	0.00%	0.00%	0	Logger
20	330040	67499	4889	0.40%	0.27%	0.29%	0	TTY Background
21	61572	67526	911	0.00%	0.01%	0.00%	0	Per-Second Jobs
22	1940356	67522	28736	1.92%	1.90%	1.88%	0	Net Periodic
23	148	217	682	0.00%	0.00%	0.00%	0	Net Input
24	69732	1159	60165	0.00%	0.05%	0.05%	0	Per-minute Jobs
25	0	1	0	0.00%	0.00%	0.00%	0	FR ARP Input
26	21556	13493	1597	0.00%	0.00%	0.00%	0	FR LMI Input
27	0	1	0	0.00%	0.00%	0.00%	0	FR IP Rcv

En el Nodo B1, vía fibra y media converter se dispone un reflejo de un puerto ethernet de cada uno de los otros nodos principales. Usando la función de mirror en el switch respectivo es posible “copiar” los frames que pasan por cualquiera de los otros puertos en el mismo.

Con una Computadora y Software Sniffer en el puerto de monitoreo (port ethernet colector) es posible analizar el tráfico que fluye por los otros puertos.

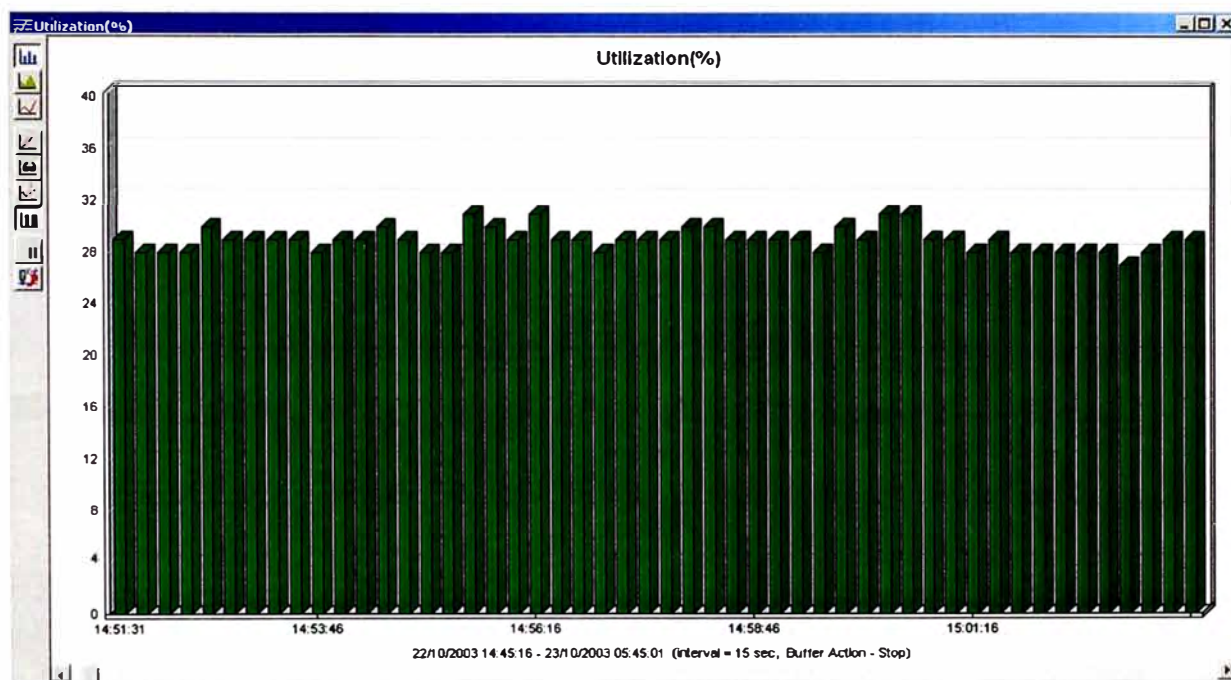


Fig. 4.6 .- Porcentaje de utilización del BW local

Como se muestra en la Fig. 4.6 no se llega a usar por completo, el ancho de banda de puerto de switch de acceso al core, por parte de un nodo de borde, esto se debe a que la red actual, solo da servicio para la transmisión de datos, y se degrada cuando se transmite voz y video, en forma concurrente desde varios nodos secundarios. En promedio para 12 estaciones de trabajo, accediendo a la Red , se usa un 30% de 10Mbps, del BW de switch. Lo cual indica su pobre escalabilidad en BW.

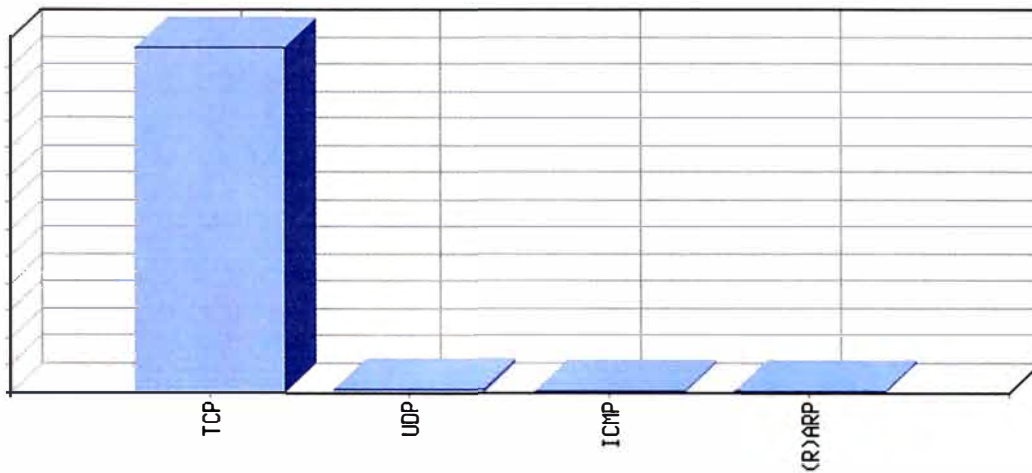


Fig. 4.7 .- Protocolos de Capa 4

El protocolo de capa 4 mas usado es el TCP, debido a la demanda de Internet

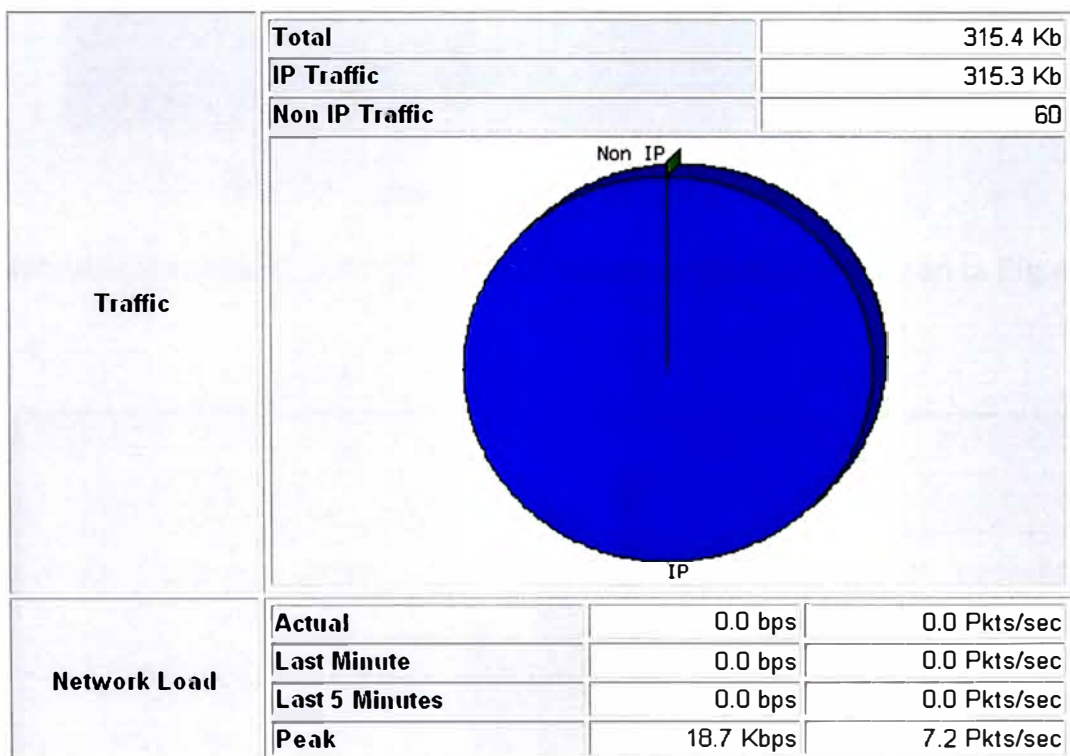


Fig. 4.8 .- Protocolo de capa 3

El protocolo de acceso a Internet, es IP, por ser el predominante en la WAN.. Ver

Fig. 4.8

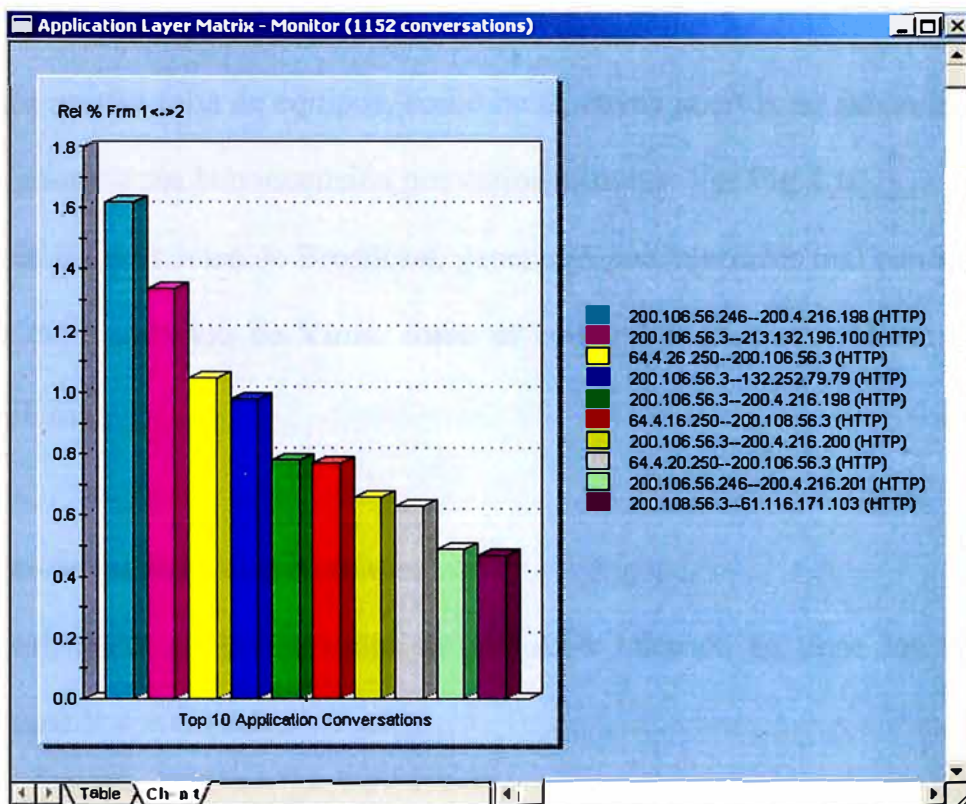


Fig. 4.9 .- Distribución de tráfico por usuario

El protocolo mas usado, es HTTP , (WEB) como se puede apreciar en la Fig.4.9

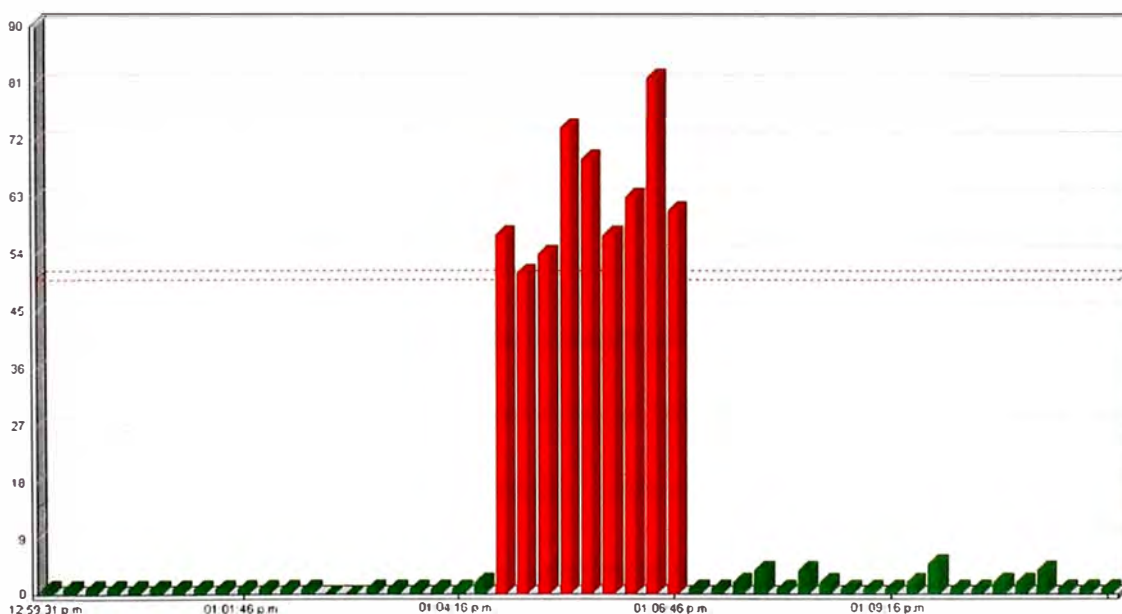


Fig. 4.10 .- Colisiones – Problema grave



La red se degrada dramáticamente, ante un evento como las colisiones, cuando en el borde se genera falla de equipos, como hubs, cuyos puertos no saben filtrar tales jumps, e inmovilizan la transmisión por varios minutos. Ver Fig.4.10

Además de las tormentas de Broadcast, generadas por interfaces mal configuradas e inclusive de inundación de Virus, como el codered o sobig, etc. Terminando de colapsar la Red.

#### 4.6 Costos de los Servicios Actuales

Basado solamente en los servicios de acceso a Internet, se tiene los siguientes costos promedios mensuales.

Internet	Ancho de Banda	Costo promedio mensual
Intranet	2 Mbps	\$ 4000
Infovia	256 Kbps	\$ 3000

El promedio de uso de Protocolo de servicio mas usado es HTTP, alrededor de un 70%, del Ancho de Banda, un 15 % para FTP y 10 % SMTP, POP, IMAP, y 5 % otros

El ancho de banda disponible para la Intranet viene dado por la velocidad de los puertos de los switches, la mayoría de ellos a 10Mbps, pero se ve limitado por el excesivo numero de Hubs, consumiendo innecesariamente este ancho de banda debido a las colisiones y broadcast de interfaces no gestionadas de usuarios finales conectados a Hubs.

La cantidad de computadoras instaladas en la Red de Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería, bordea alrededor de las 2800 unidades. Las cuales se estima tengan acceso a la Red un 90% de estas y un 70% de estas tengan acceso a Internet, debido a su escaso BW, en la puerta de salida a la WAN.

Se estima, tener alrededor de mas de 5000 PCs, con un promedio de acceso a la red demandando mas de 100Mbps, en hora pico a los servicios que hasta hoy no se soportan, como son las videoconferencias, el sistema de Teleeduca, las Aplicaciones más crecientes entre Servidores de Procesos Académicos vía WEB, que deben operar en línea procesando un volumen enorme de datos de alumnos, docentes y personal administrativo.

Por lo que, del análisis se desprende que; la infraestructura de Red de la UNI, ha llegado a su etapa final de vida útil y se estima su repotenciamiento en el más breve plazo.

## **CAPÍTULO V**

### **MIGRACIÓN DEL BACKBONE ATM A GIGABIT ETHERNET DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

#### **5.1 Objetivos**

Superar los problemas de tráfico, conectividad, acceso al servicio, que se presenta en la comunicación de red de los usuarios de la Universidad Nacional de Ingeniería, además de obtener todas las ventajas de las características con que cuenta esta tecnología.

La propuesta de la Red de Campus ha sido diseñado con equipos Enterasys Networks (antes Cabletron), los cuales cumplen con las exigencias técnicas, performance y facilidades de administración exigidas por la Universidad Nacional de Ingeniería.

Cabe mencionar que Enterasys Networks es una empresa que esta enfocada exclusivamente en proveer soluciones que soporten la próxima generación en la comunicación de los negocios, la próxima generación de negocios electrónicos. Las

soluciones “ Best of Breed ” ( lo mejor en su categoría ) – Inalámbricas, VPNs, Swicheo Multicapa, Ruteo de Alto Desempeño, Seguridad y Administración Empresarial,. Comparten una meta común convertir a las tecnologías de información en ventajosas competitivas para la UNI, asegurando que la Universidad sea diferenciada del resto.

## **5.2 Descripción de los Elementos de Red**

Para la presente solución se ha considerado la familia de Switches Matriz y Vertical Horizon de Enterasys Networks, a continuación se describe los equipos ha ser implementados en la UNI con motivo de su migración de la tecnología ATM a la Tecnología Gigabit Ethernet.

### **5.2.1 Electrónica de Red**



Fig. 5.1 .- Switch del Backbone Matriz E7

Este switch es el primero de una nueva generación de soluciones de redes. Proveyendo switch inteligente a los usuarios y a los puntos de acceso del servidor, el Matriz E7 es ideal para los centros de datos y entrega un alto desempeño para los

cuartos de cableado. El E7 provee el control exacto a las áreas de entrada críticas en la red, sin el gasto y la complejidad de soluciones ruteadas.

Integrando servicios de Capa 2-4 en avanzados ASICs, el Matriz E7 brinda Calidad de Servicios, seguridad y contención del tráfico hacia el escritorio y los servidores en el entorno de la red. La administración de la red puede ahora garantizar la entrega de aplicaciones con alta prioridad, permitir niveles de servicio (SLAs), proporcionando ancho de banda y previniendo roturas en la red deteniéndolas en su origen.

Además, el Matriz E7 proporciona el rendimiento y densidad de puertos necesarios para eliminar los problemas por el ancho de banda que tienen las redes muy grandes. El nuevo Backplane nTERA está diseñado para garantizar la protección de la inversión anticipándose al desarrollo futuro como 10 Gigabit Ethernet, mientras tanto se usan módulos de switcheo de una generación previa. Para asegurar la disponibilidad, el Matriz E7 está diseñado sin un solo punto de falla y con características basadas en estándares con alta disponibilidad a ser actualizados. La robusta seguridad del Matriz E7 impide la entrada de intrusos a su red debido a que el host SNMP del Matriz E7 puede imponer seguridad por varios métodos incluyendo listas de control de acceso IP, autenticación radial y administración de VLANs por SNMP. Estas amplias medidas de seguridad aseguran que el switch esté protegido de los ataques de intrusos.

La protección adicional incluye la seguridad y autenticación basadas en el usuario. El Matriz E7 entrega esta seguridad por medio de candados en las direcciones MAC por puerto y soporta el nuevo estándar de autenticación 802.1X . Se puede configurar los candados MAC por puerto que permitan que solamente una dirección “confiable” pueda transmitir los datos sobre la red; el tráfico de cualquier otro dispositivo “no confiable” se descarta automáticamente. Estas dinámicas características permiten que los switches impidan que los dispositivos pasivos de análisis puedan invadir el tráfico confidencial de la red asegurando una máxima seguridad.

La meta primordial de Enterasys es la protección de las inversiones realizadas, el Matriz E7 fue especialmente diseñado para soportar todos los módulos del SmartDataSwitch 6000 que existen, con una verdadera compatibilidad con todos los modelos anteriores. Los clientes tienen la flexibilidad de utilizar los módulos anteriores del 6000 dentro del nuevo chasis y añadir los nuevos módulos Matriz de mas alto desempeño de acuerdo a sus necesidades. Con mas de cuatro millones de puertos instalados hasta hoy, la familia SmartDataSwitch 6000 tiene una historia comprobada al proveer la conectividad de redes más confiable. El Matriz E7 conserva esta conectividad (y las inversiones respectivas en equipo), permitiendo a los clientes tomar ventajas a través de una transparente actualización hacia las nuevas tecnologías de acuerdo a sus necesidades.

El Blackplane nTERA es la clave para la total compatibilidad y soporte de los módulos del SmartDataSwitch 6000 y para todos los módulos de switching de la

próxima generación. Todos los módulos anteriores del SmartDataSwitch 6000 pueden ser migrados al nuevo chasis Matriz E7. La capacidad de 420 Gbps del backplane nTERA™ asegura la escalabilidad para las tecnologías emergentes como 10 Gigabit Ethernet.

Matriz E7 de Enterasys, ofrece uplinks integrados en los módulos de switching seleccionados. Con este diseño, no es necesario dedicar un slot entero dentro del chasis para los enlaces, de esta manera se utiliza la conectividad al máximo. Es posible instalar una variedad de tarjetas modulares con uplinks para proveer conectividad de alta velocidad al backbone de la red, incluyendo el ATM OC-3 u OC-12, Gigabit Ethernet (incluyendo Gigabit sobre cobre), FDI y WAN.

En el futuro, los uplinks incluirán soporte para la nueva interface estándar IEEE 10 Gbps Ethernet. Se planean otros uplinks de alta capacidad para soportar Dense Wave División Multiplexing (DWDM), sistemas de transporte de redes ópticas para las redes de los proveedores de servicios metropolitanos, así como las aplicaciones de red de los carriers telecom de larga distancia.

El Matriz E7 provee un muy amplio conjunto de características basadas en estándares dentro del firmware, basadas en la madura tecnología SmartDataSwitch 6000. En contraste con los switches de la competencia, Enterasys incluye avanzados servicios de switching en múltiples capas, 9 grupos de total administración RMON por puerto y un amplio conjunto de capacidades de configuración y clasificación sin costo extra.

Posee una alta densidad, debido a la escalabilidad en el switcheo para centros de datos y un alto desempeño para cuartos de cableado debido a:

- a) Soporta 336 puertos 10/100 e escalable a más de 500, 42 puertos Gigabit, escalable a más de 80.
- b) Servicio de capa 2-4 de alta velocidad, escalable a más de 100 millones de paquetes por segundo.
- c) Escalable a las tecnologías emergentes: 10 Gigabit Ethernet, Uplinks Ópticos DWDM, Jumbo Frames.

La clasificación de frames multicapa es un proceso utilizado por Matriz E7 para desempeñar una funcionalidad clave, que incluye:

- a) Membresía dinámica para VLAN 802.1Q
- b) Avanzados filtros de tráfico basados en la información de Capas 2-4
- c) Seguridad en las direcciones MAC/IP de los recursos vitales de la red.
- d) Construcción de la información (committed information rate, CIR) para proveer ancho de banda.
- e) Priorización del tráfico de voz o multicast por la red usando 802.1p para realizar QoS.

Como parte esencial del exitoso soporte y entrega de las aplicaciones empresariales críticas, e Matriz E7 permite que los administradores de red apliquen (QoS) por medio de múltiples procedimientos, incluyendo:



- a) Asignación de clases de tráfico 802.1p para recibir frames basados en parámetros, como la dirección de la última estación, IP TOS, o número de socket de la capa 4 (TCP/UDP).
- b) Reservación del ancho de banda para que el tráfico entrante asegure su nivel de servicio SLA (Service Level Agreement).
- c) Reservación del ancho de banda para el tráfico saliente asegurando que los uplinks de alta velocidad no se saturen.
- d) Clasificación del tráfico en las colas por prioridad de clases.
- e) Orden estricto y por importancia en la formación de las colas (Strict and Weighted Fair Queuing, WFQ)

Soporta 4094 VLANs permitiendo que los usuarios sean agrupados sin tomar en consideración la localización física además añade mayor seguridad y performance a la red. El Matriz E7 de Enterasys, soporta plenamente el estándar 802.1Q, que incluye el protocolo GARP / GVRP VLAN. GVRP es un protocolo de mensajes para la VLAN que reduce en forma significativa la configuración manual de la VLAN. Como resultado, los administradores pierden menos tiempo en mover, quitar y modificar disminuyendo los costos de operación.

Un requerimiento imprescindible para la empresa high-end o los proveedores de servicios es la habilidad de acceder a información referente a la tecnología y análisis del tráfico. El Matrix E7 llega a esta meta con un RMON integrado (los 9 grupos), y SMON sin costo adicional. Otro requerimiento clave para el amplio análisis del tráfico es la habilidad de reflejar (mirroring) el tráfico con una sonda o

analizador de protocolo. Con SmartMirror, el Matriz E7 reenvía todo el tráfico desde un puerto específico o VLAN a un puerto determinado por el usuario para lograr un análisis detallado.

El Matriz E7 es un chasis de 7 slotData que permite tener redundancia tanto de la tarjeta multicapa (ARM) como de la fuente de poder.

Los protocolos de red que soporta el Matriz E7 son los siguientes.

- a) IEEE 802.1Q, 802.1D, 802.1p
- b) Ethernet IEEE 802.3, 10Base-T, 10Base-FL.
- c) Fast Ethernet IEEE 802.3u, 100Base-TX, 100Base-FX
- d) Gigabit Ethernet IEEE 802.3x, 1000Base-T
- e) FDI ANSI SMT X3.229 (rev 7.3). ANSI MAC X3.139-1987, ANSI PHYX3.148-1988, ANSI PMD X3.166
- f) ATM DS-3, OC-3c, OC-12c, LANE 1.0/2.0, UNI 3.0/3.1/4.0

### **5.2.2 Standard MIB que soporta.**

- a) Path MTU Discovery (RFC 1190)
- b) SNMP MIB II (RFC 1213)
- c) FIB (RFC 1354)
- d) Bridge MIB (RFC1493)
- e) MIB II interfaces (RFC 1573)
- f) SONET MIB (RFC 1595)
- g) ATM MIB (RFC 2515)
- h) RMON MIB (RFC 1757)

### 5.2.3 Acceso para Administración:

- a) SNMP
- b) WebView
- c) Telnet
- d) Puerto COM serial RS232

La tarjeta Gigabit Ethernet cumple con el standard 802.3x y utilizan interfaces GBIC, las cuales pueden ser configuradas con los siguientes GPIM's:

- a) GPIM-01: 1000BaseSX: 62.5  $\mu$ m, fibra multimodo, distancias de 2 a 275 metros
  - 1000BaseSX: 50  $\mu$ m, fibra multimodo, distancias de 2 a 550 metros
- b) GPIM-09: 1000BaseLX: 62.5  $\mu$ m, fibra multimodo, distancias de 2 a 550 metros
  - 1000BaseLX: 50  $\mu$ m, fibra multimodo, distancias de 2 a 550 metros
  - 1000BaseLX: 10  $\mu$ m, fibra monomodo, distancias de 2 a 10 kilómetros
- c) GPIM-08: 1000BaseELX: 10  $\mu$ m, fibra monomodo, distancias de hasta 70 kilómetros

A continuaciones se muestran algunas opciones del Switch Matriz E6 y que son también validas para este equipo:

- a) Conmutador Multiprotocolo (Ethernet, Fast Ethernet, FDI, ATM, Gigabit Ethernet, WAN )

- b) Tarjetas Ethernet (UTP o Fibra ) de 24 puertos full duplex.
- c) Tarjetas switch ATM 6A000-04 de 155 o 622 (UTP/Fibra) y hasta 15 usuarios.
- d) Cada tarjeta Ethernet ó Fast Ethernet cuenta con dos puertos adicionales para montaje de puertos adicionales Fast, Ethernet, vía FEPIM's. También hay versiones que cuentan con 2 puertos adicionales para FDI, ATM ó WAM (ampliaciones modulares a las tarjetas) vía VHSIM.
- e) Tarjetas 10/100 auto-negociable del tipo MICROLON 6H123-50, que permite hasta 48 puertos distribuidos en 4 segmentos switchados de 12 usuarios c/u.
- f) Tarjeta de 16 puertos 10BaseFX 6 H258-17 e equipado adicionalmente con un puerto VHSIM para puertos de alta velocidad (fast o giga ethernet)
- g) Operación FULL DUPLEX en todos los puertos.
- h) Soporta hasta 8,000 direcciones MAC por slot equipado y utiliza tecnología de conmutación store and forward.
- i) Soporta los 9 grupos RMON y administrabilidad vía SNMP
- j) Port Mirroring, facilidad que permite que todo el tráfico de cualquier puerto switchado pueda ser mapeado y conectado y conectado a otro puerto, permitiendo al administrador de la red, llevar un mejor control de la red, y hacer cambios o ajustes necesarios para mejorar la performance de la red. Y sin necesidad de analizadores externos.
- k) Soporta Grupos de Trabajo Virtuales (VLAN's)

- l) El proceso de conmutación distribuida permite escalar hasta exceder los 24 millones de paquetes por segundos, con un ancho de banda en el backplane de 420 Gbps.
- m) El backplane es 100% pasivo (no tiene componentes activos) lo cual lo descarta como posible punto de falla.
- n) MTBF del sistema mayor a 200,000 horas.

#### 5.2.4 Switch Remoto VH-2402S



Fig. 5.2 .- Switch de distribución

Este equipo es del tipo Fast Ethernet Stackable, miembro de la familia Vertical Horizon, el cual ofrece 24 puertos 10/100 Mbps con puertos Rj45 y 2 solo Tdata para módulos 1000 BaseX o 100BaseFX además una interface para administración. La escalabilidad del número de puertos se da gracias a la tarjeta de stack, la cual permitirá un crecimiento de 168 puertos 10/100. A futuro el VH-2402s soportará adicionalmente una variedad de módulos Gigabit Ethernet Nivel 3 el cual ofrecerá IP-Rounting y IP-Multicast.

El **VH-2402S** integra una alta tecnología basada en microprocesadores ASIC's lo cual permite contar con características que usualmente más costosas. Esto nos permite así mismo diseñar redes con la facilidad y la flexibilidad que exigen las redes de hoy en día.

Gran performance en todos los puertos liderando la industria con características especiales para equipos de borde; permitiendo y soportando instalaciones plug and play, presenta además mejoras en administración y en las características básicas en comparación con otros switches del mercado lo que hace del switch VH-2402S Fast Ethernet líder en su clase.

El VH-2402S posee una alta performance ya que posee un backplane de 8,8Gbps, lo que permite darle al switch un gran ancho de banda para el manejo de la información, la tasa de envío de paquetes de 6.5 Mpps y tiene soporte para las siguientes interfaces 1000BasesSX, 1000Base LX y 100Base FX.

Permite tener un máximo de 7 switches stackeados, lo que equivale a tener 168 puertos 10/100, mediante un módulo de stack el cual permite tener un backplane entre switches de 4Gbps en modo Full Duplex.

El equipo propuesto soporta los siguientes estándares:

- a) Dúplex completo IEEE 802.3x en puertos 10Base-T y 100Base-T
- b) Protocolo de árbol de conmutación IEEE 802.1D

- c) Especificación IEEE 802.3 10Base –T.
- d) Prioritización de colas IEEE 802.1p.
- e) Spanning Tree 802.1d
- f) Soporta 255 VLAN y cumple con el estándar IEEE 802.1Q VLANs.

Soporte Port Trunking, característica que permite aumentar el ancho de banda entre switch, servidores o routers; esto puede ser configurado a través de los puertos 10/100 o los uplink que se tenga instalados.

Mediante el agente de administración (VH-SMGMT) y el soporte de SNMP permiten la administración del switch. Soporta los 4 grupos RMON; Telnet, puede ser administrados por consola mediante el puerto COM y utilizando un Browser.

## 5.3 Gestión de Red

### 5.3.1 NetSight Element Manager 3.0

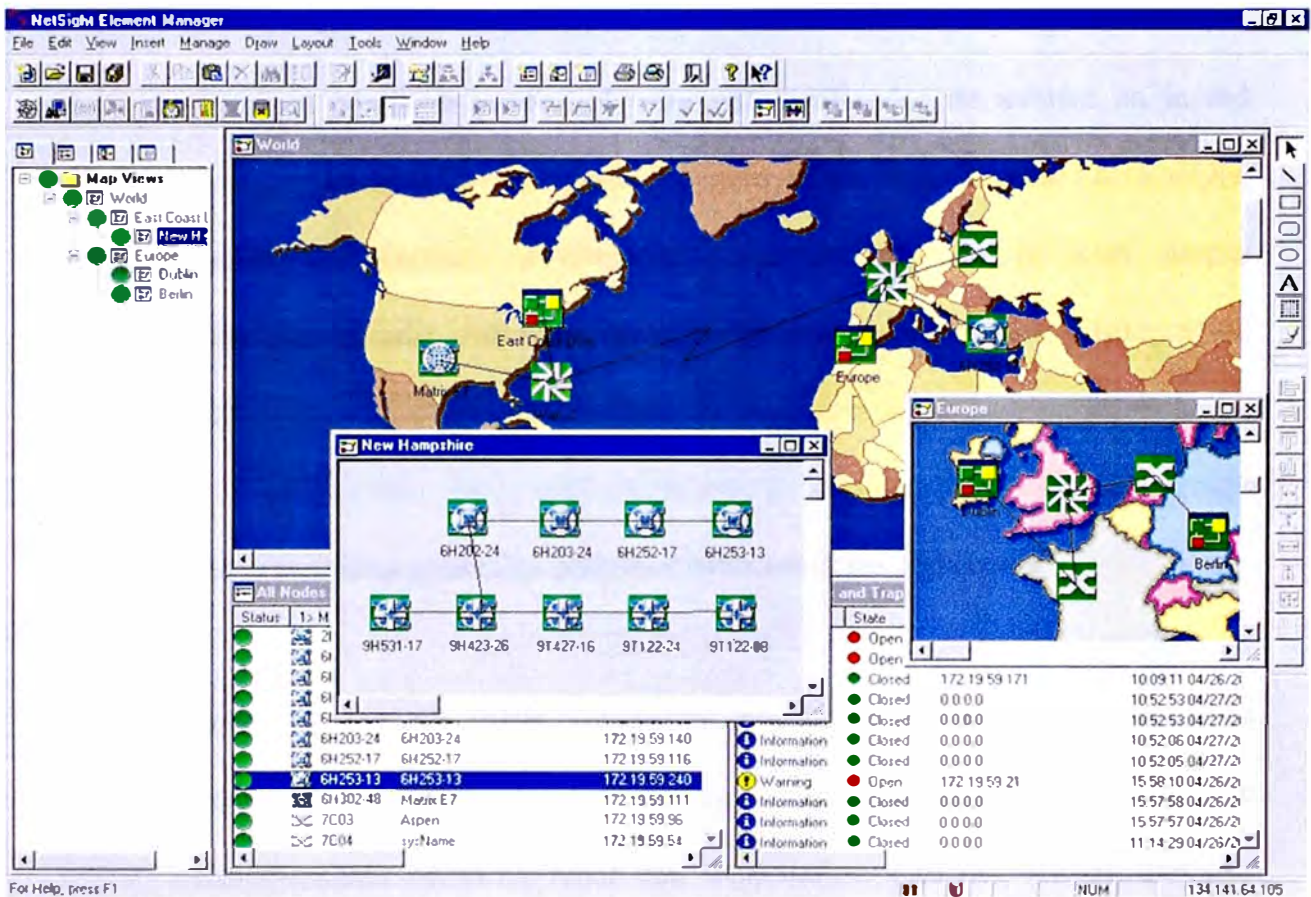


Fig. 5.3 .- Plataforma de Gestión

NetSight Element Manager es una aplicación de gestión de red de fácil uso, que provee un integral soporte de gestión remota, que soporta los sistemas inteligentes Enterasys, la gestión de dispositivos de red así como los dispositivos administrable vía SNMP MIB-II, compatibles con OLE (Objet Linking and Embedding) y ODBC (Object Data Base Connectivity) aplicaciones permitidas, donde se puedan enlazar archivos que puedan ser trabajados en programas como el excel, para un fácil manejo de las mismas, logrando hacer tablas estadísticas de los eventos de la red.



Adicionalmente, los usuarios pueden exportar información de gestión usando ODBC, para otras aplicaciones y base de datos como Microsoft Access.

NetSight Element Manager provee el principal localizador de averías en la red monitoreo y características de gestión, incluyendo full soporte a RMON, Administración de Alarmas y eventos, descubrimiento de la Red, mapas configurables por usuario, Administración de grupos de elementos y integración con programación.

Entre sus características generales podemos mencionar las siguientes:

- a) Vistas del log vía Web – permite monitorear tu red eventos y traps remotamente desde un computador que este corriendo internet explorer – no necesariamente necesitas tener una workstation a tu disposición que este corriendo NetSight Element Manager.
- b) Característica Redundantes – Aplicaciones redundantes son disponibles bajo una vista del menú para los principales dispositivos de ethernet inteligente.
- c) Soporte a Múltiples Sistemas Operativos Soporta Microsoft Windows NT 4.0 (Service Pack 5) Workstation, or Windows 98.
- d) Administración de Chassis- Soporte de MIBs – visualización de todos los MIBs (Management Information Bases), RFCs (Request for CommentData) y contenido de componentes en la selección de dispositivos.

- e) Soporte OLE 2.0 – Object Linking and Embedding (OLE) habilita al NetDataight Element Manager para transferir y exportar información entre aplicaciones.
- f) Conectividad de Bases de Datos Abierta (ODBC) – permite que el NetDataight Element Manager pueda escribir y actualizar información en las Base de Datos.
- g) Programar un plan de administración de red, fecha y días específicos donde se programen tareas.
- h) Customization para administrar cualquier ejecutable que se pueda adicionar por las herramientas de menú. Tu puedes adicionar, eliminar o cambiar bajo herramientas windows.
- i) Herramientas de Administración Remota configurar información de trap, información TFTP. Estadísticas MIB y, información de MIB cargados por múltiples dispositivos con pocos pasos.
- j) Localizador Host/IP – Resuelve direcciones MAC, direcciones IP y valores de nombre host.
- k) Grupo de Estatus DLM permite reducir el tráfico SNMP de la red por delegación de políticas y responsabilidades de tu estación de gestión para unos a más strategically – placed dispositivos smart hub en tu red.
- l) Administración de descubrimiento Especifica un rango de direcciones IP para localizar e identificar dispositivos en la red.
- m) Soporte a SmartDatawatch/MultiSwitch ofrece diferentes vistas variadas por ilustran la configuración de chasis, chasis, estatus del entorno y la configuración del backplane.

- n) Herramientas MIB permite acceder y gestionar un enterasys o cualquier otro dispositivo compatible vía SNMP a través de Management Information Bases (MIBs).

### 5.3.2 NetSight Switch and Topology Manager

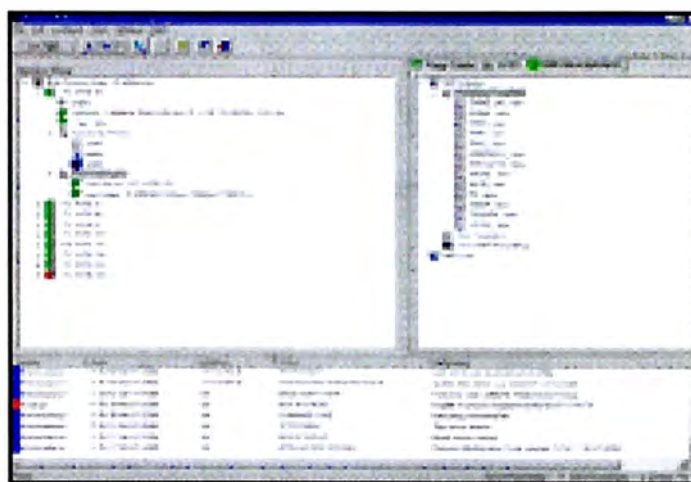


Fig. 5.4 .- Browser SNMP

Este software de gestión es del tipo cliente/servidor para un desempeño y almacenamiento de datos superior. Es un servidor de Directorios Centralizados que permite almacenar todas las reglas, topologías e información del usuario en un solo lugar.

“Seed Discovery” describirá y almacenará toda la información del “Switch fabric” en el Servidor de Directorios, todo a través de una sola IP. Topology Graph“ provee un mapa topológico del “Switch fabric”, incluyendo sus conexiones.

Soporta los dispositivos Enterasys, así como otros swicht basados en los estándares 802.1Q/P, provee una cola consola para administrar todos los swicht 802.1Q/ en un dominio.

Administración simplificada a través de una Interface Gráfica de Usuario (GUI) fácil de usar, ofreciendo control de Vlans basadas en puerto, VLANs por protocolo, prioridad y modificación en el filtrado de ingreso y egreso.

VLAN Broadcast Control, limita el broadcast a puertos asociados con un frame de la VLAN.. Soporta al “NetDatacape Directory Server” para permitir a los clientes almacenar en una base de datos centralizada toda la información de su red. Soporta al usuario final a través de los switches de Enterasys permite a los administradores buscar e identificar usuarios y protocolos en un ambiente switchado.

### 5.3.3 NetSight Switch and Topology Manager

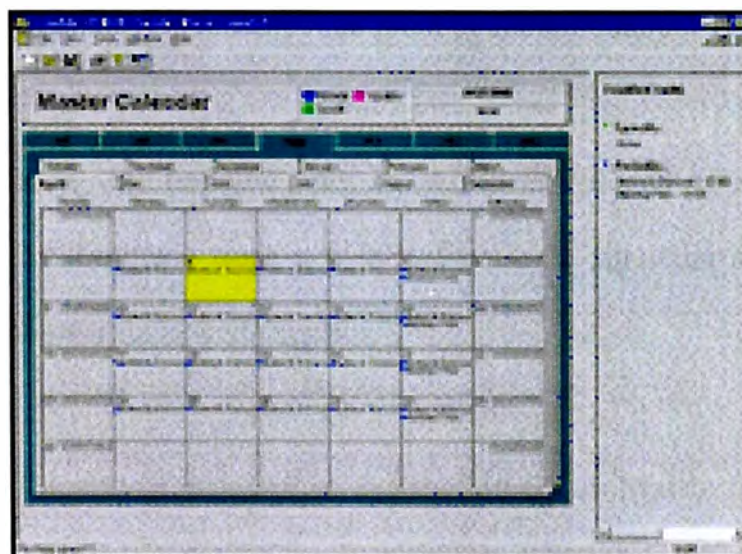


Fig. 5.5 .- Administrador de la Topología

Este software es utilizado para manejar políticas de Servicio y VLNAs de NeTSight Switch & Topology Manager. El Policy Manager es usado para crear los roles de los usuarios dentro de una empresa, estos roles son dados gracias a la autenticación a nivel de puerto llamado UPN (user Personalized Networks).

Con relación al software y hardware que se recomienda para el software de gestión.

- a) Intel Pentium TM 550mhz.
- b) 256 MB RAM
- c) 2 tarjetas de red 10/100
- d) 1 tarjeta aceleradora gráfica
- e) monitor de alta resolución 19"
- f) HDD 9 GB
- g) Cd-rom, mouse, teclado, Floppy
- h) Sistemas Windows NT 4.0 o windows 2000 profesional.

#### **5.4 Solución Propuesta por la Empresa para la Universidad**

Como respuesta a la petición de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, La Empresa tiene a bien presentar la siguiente solución para la migración de backbone de la Red Campus.

Para la solución Gigabit se instalará en el pabellón B1 en Matriz E/ el cual será el nodo principal, en este switch colapsarán los 3 nodos secundarios mediante 2 enlaces Gigabit Ethernet en Trunking proporcionando una solución de backbone de 4Gbps en modo Full Duplex, el cual satisface los requerimientos actuales y futuros de la red de campus de la UNI.

La configuración del switch E7 que se instalará en el Nodo Central ocupará 6 slotData contando con 1 slot libre para futuros crecimientos, se configuró con una fuente de poder y una en redundancia, 48 puertos 10/100, 17 puertos Gigabit y 2 tarjetas Muticapa (ARM).

De los 17 puertos Gigabit se utilizarán 6 para interconectar los nodos secundarios, y los 11 puertos restantes servirán para conectar los Nodos Remotos, en los cuales se instalará un switch VH-2402s:

- a) Nodo Remoto Primer Piso
- b) Nodo Remoto Segundo Piso
- c) Nodo Remoto Tercer Piso
- d) Nodo Remoto Biblioteca
- e) Nodo Remoto A2
- f) Nodo Remoto A3
- g) Nodo Remoto B2
- h) Nodo Remoto C
- i) Nodo Remoto D1
- j) Nodo Remoto D2
- k) Nodo Remoto A0

Para poder obtener la característica de capa 3 dentro de la red, se está considerando para esta solución una tarjeta 6SSRM-02 Advanced Router Module (ARM), la cual cuenta con dos slotData de expansión que pueden ser configurados con tarjetas Fast

Ethernet, Gigabit Ethernet o puertos serial WAN; esta tarjeta soporta los siguientes estándares.

- a) IP Routing: RIPv1/v2, OSPF, BGP-4
- b) IPX Routing: RIP, SAP.
- c) Multicast Support: IGMP, DVMRP, PIM (Future)
- d) IEEE 802.1p; IEEE 802.1Q, IEEE 802.1d Spanning Tree; IEEE 802.3; IEEE 802.3u, IEEE802.3x; IEEE 802.3z.

La tecnología descentralizada que es la principal característica de los equipos Enterasys permite que si falla esta tarjeta, la red continúe trabajando pero sin la funcionalidad de Capa 3, para evitar estos se ha configurado otra tarjeta 6SSRM-02 en redundancia y de esta manera brinda al switch una mayor robustez y seguridad de la red. Esta funcionalidad de Capa 3 que se instalará en este chasis, permite implementar el enrutamiento multiprotocolo basado en la calidad de servicio de Capa 3 para todos los puertos del sistema.

La configuración de los switches E7 que se instalarían en los nodos Secundarios es la siguiente:

#### **Nodos Q:**

En este Nodos instalará un Matriz E/ el cual ocuparán 2 slotData contando con 5 slotData libres para futuros crecimientos, se configuró con una fuente de poder y una en redundancia, 48 puertos 10/100 y 5 puertos Gigabit. De los puertos gigabit,

2 serán utilizados para interconectarse con el Nodo Central y los 3 restantes se conectarán a los siguientes nodos remotos, en los cuales se instalará un switch VH-2402S.

- a) Nodos Secundarios Q – Nodo Remoto S
- b) Nodos Secundarios Q – Nodo Remoto T
- c) Nodos Secundarios Q – Nodo Remoto R

**Nodo N:**

En este Nodos instalará un Matriz E7 el cual ocuparán 2 slotData contando con 5 slotData libres para futuros crecimientos, se configuró con una fuente de poder y una en redundancia, 48 puertos 10/100 y 6 puertos Gigabit. De los 6 puertos Gigabit, 2 serán utilizados para interconectarse con el Nodo Central y los 4 restantes se conectarán a los siguientes nodos remotos, en los cuales se instalará un Switch VH-2402S:

- a) Nodos Secundarios N – Nodo Remoto K
- b) Nodos Secundarios N – Nodo Remoto M1
- c) Nodos Secundarios N – Nodo Remoto M2
- d) Nodos Secundarios N – Nodo Remoto J2

**Nodo G:**

En este Nodos instalará un Matriz E7 el cual ocuparán 2 slotData contando con 5 slotData libres para futuros crecimientos, se configuró con una fuente de poder y



una en redundancia, 48 puertos 10/100 y 8 puertos Gigabit. De los 8 puertos Gigabit, 2 serán utilizados para interconectarse con el Nodo –Central y los 6 restantes se conectarán a los siguientes Nodos remotos, en los cuales se instalará un Switch VH-2420S:

- a) Nodos Secundarios G – Nodo Remoto F
- b) Nodos Secundarios G – Nodo Remoto G2
- c) Nodos Secundarios G – Nodo Remoto H
- d) Nodos Secundarios G – Nodo Remoto EX-INGEMMET
- e) Nodos Secundarios G – Nodo Remoto E

Para los nodos que sea necesario utilizar fibra óptica monomodo debido a que la distancia es mayor de 550mTData, se deberá conectorizar la fibra óptica monomodo. Para los nodos en la que se utilizó la fibra multimodo con interfaces 1000 Bases-LX se empleará un conditional Patch Cord.

Para poder gestionar la red campus de la UNI se propone el “NetSight Element Manager”, “NetSight Switch and Topology Manager” y “NetSight Policy Manager” los cuales permitirán a la Universidad maximizar el control de la disponibilidad de la Red, mejorando la eficiencia, el manejo de las aplicaciones, la asignación de ancho de banda que asegura a los usuarios el ancho de banda que requiere mediante la priorización y a la aplicación de calidad de servicio a las aplicaciones que mas necesita.

## **5.5 Capacitación y Responsabilidades de la Empresa**

La Empresa brindará a la Universidad Nacional de Ingeniería en curso para certificación en productos Enterasys para dos personas el cual será dictado en el extranjero (USA); los costos del curso, pasajes y alojamiento serán cubiertos en su totalidad por La Empresa.

### **Garantía del Buen Funcionamiento**

- a) El tiempo de garantía y Lancare de los equipos Enterasys por un período de un año (01).
- b) La garantía de los equipos estará sujeta que los equipos operen en ambientes que reúnan las condiciones ambientales sugeridas por los fabricantes, sistemas eléctricos óptimos, conservación física de los equipos en las condiciones iniciales de instalación.

### **Excepción de la Garantía**

Estas garantías no cubren las siguientes situaciones:

- a) Ejecutar cambios en las instalaciones y/o aumentar sin previo conocimientos de La Empresa.
- b) Defectos resultantes que escapen del control de La Empresa, incluyendo accidentes, alteraciones, modificaciones y reparaciones no autorizadas, fallas al seguir mal las instrucciones, mal uso y/o maltratos de los componentes, incendio o fuego, inundaciones, actos de Dios y atentados.

## 5.6 Plan de Mantenimiento y Soporte Técnico

En este punto tocaremos las definiciones que serán utilizadas por la Empresa y la UNI..

Nombre	Razón Social de la Empresa
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
Enterasys	Enterasys Networks
Avisos no críticos	Se entiende por tales, los que resulten de aquellos problemas que no produzcan la indisponibilidad del sistema.
Avisos graves	Se entiende por tales, los que resulten de aquellos problemas que produzcan un debilitamiento grave del sistema.
Avisos Urgentes	Se entiende por tales, los que resulten de aquellos problemas que produzcan la indisponibilidad del sistema.
Disponibilidad	Conjunto de actuaciones relacionadas con el equipamiento
Hardware	del cliente, instalados en sus oficinas, con el fin de mantener el servicio.
Horario Laboral	Lunes a Viernes de 8:30 a 17.30 no incluye días festivos.
Formato de seguimiento	Documento generado por la Empresa en donde se

De intervención	detalla el seguimiento a una intervención producto de una petición de trabajo formulada por el cliente. Una propuesta de una petición de trabajo formulada por el cliente. Una propuesta de formato de este documento se describe con detalle en el Anexo I, Formato seguimiento de intervención.
Tiempo de	<b>AVISOS URGENTES</b> (Sistemas fuera de servicio):
Respuesta / atención	Atención Inmediata o dentro de las 4 horas posteriores a
Ofrecido	la solicitud de servicio, con presencia “In Situ”, en caso de ser necesario.
	<b>AVISO GRAVES</b> (Sistemas gravemente debilitado); Respuesta a la llamada dentro de las 24 horas después de la solicitud de servicio, con presencia “in situ” dentro de 1 día hábil posterior a la solicitud del servicio.
	<b>AVISO NO CRITICOS</b> (Definidas de común acuerdo): Respuesta a la llamada dentro del acuerdo que se llegue entre las partes después de la solicitud del servicio. Presencia “in situ” al día siguiente laborable o a una hora mutuamente convenida (posterior al siguiente día hábil) después de la solicitud de servicio.

## **CAPÍTULO VI**

### **ALTERNATIVAS DE MIGRACIÓN PROGRESIVA Y REINGENIERÍA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

#### **6. Alternativas de Migración Progresiva**

Las propuestas aquí presentadas devienen del análisis y conclusiones tomadas en función al crecimiento de la Red Interna y los niveles de Seguridad y de preparar a la Red UNI, para una plataforma escalable hacia la WAN.

##### **6.1 Costos de los Servicios Actuales**

Además de los costos operativos, de mantenimiento, de supervisión de los diferentes nodos y sistemas de básicos de acceso a la Red de Internet, que son desde luego muy por debajo del gasto mensual que se gira al proveedor de Internet.

El consumo bajo demanda asegurado a 10% en Frame Relay e Infovía que es muy insignificante asciende a las siguientes cantidades en dólares asignadas directamente por la Administración Central, según la Tabla 6.1

.Servicio	Ancho de Banda	Precio
Internet	2 Mbps	\$ 4k
Infovia	128 kbps	\$ 3k
Características del Servicio Actual		
1-	Deficiencia en el Acceso Internet	
2-	Escaso Control en el Trafico y Contenido	
3-	Sin Seguridad	
4-	Sin Soporte de Equipamiento	
5-	Servicio de Acceso Remoto Deficiente	

Tabla : 6.1 .- Consumo de Ancho de Banda en dolares

Los costos de soporte externo y garantía, para el equipamiento no existe, debido a que el fabricante de los equipos Cabletron Systems, se ha retirado del mercado. Y por consiguiente sus partners, han dejado de dar servicio para toda la línea instalada por esta empresa.

## 6.2 Red Actual

Como se describió en CAPÍTULOS anteriores, la Red UNI, en L2, cuenta con Swiches Ethernet E423-36 10BaseT, en el nodo central y los nodos secundarios, interconectados a través de Fibra Optica Monomodo y Multimodo.

Además de la Interconexión de estos hacia el Swith ATM 9A000, a 155Mbps, de enlace de FO a cada uno de los switches ethernet mencionados.

La red tiene una plataforma de acceso WAN, con InterLAN y FrameRelay, de 2Mbps para Internet y 128Kbps para el servicio de infovia.

## Red Actual

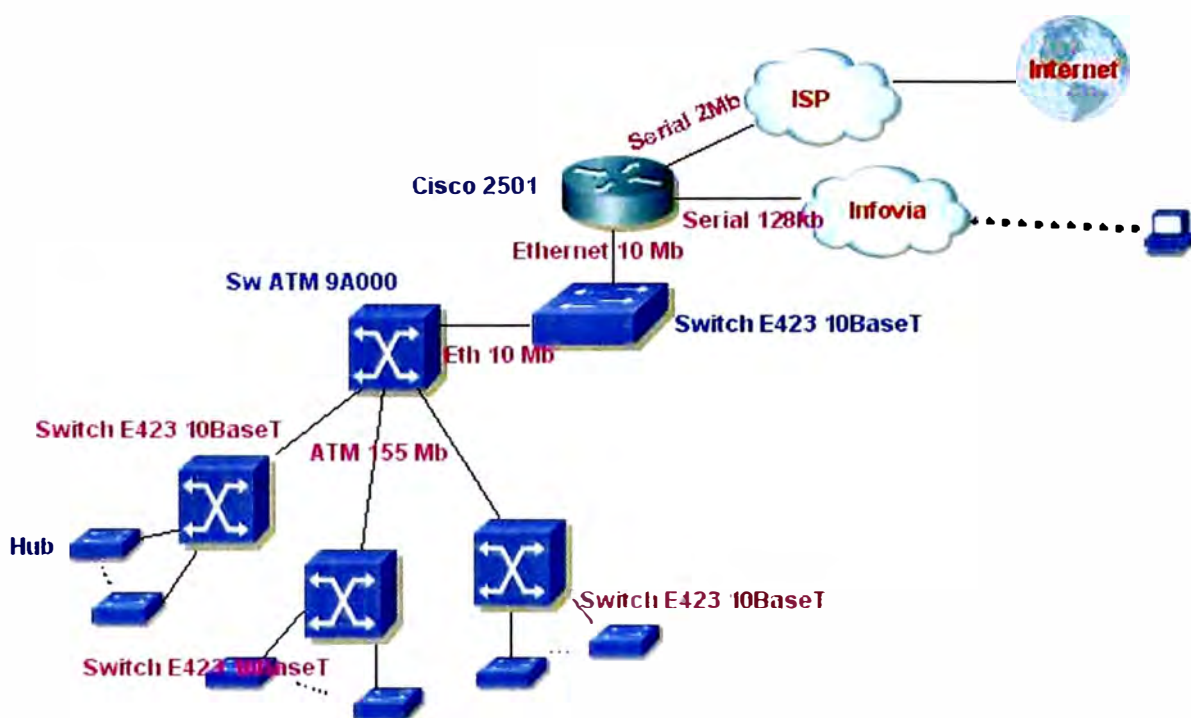


Fig 6.1 .- Red Actual

Para escalar a gigabit ethernet es necesario, de interfaces de conversión, como son los Media Converter, para conseguir una migración progresiva con la red actual. Además los equipos actuales, continuarán operando, y el nuevo core, tendrá que ser en GigaBit, el ATM 9<sup>a</sup>000, quedará como un nodo secundario, conectado a través de la Media converter, para pasar de 100 Fast Ethernet a 10 Mbps.

Por otro lado, es necesario, realizar los empalmes de fibra correspondientes a los nodos secundarios, pues la Norma indica que para llevar mas distancia gigabit ethernet necesita los pares de fibra monomodo, que aun no han sido usados en su totalidad.

### 6.3 Propuesta y Costos N° 1 de la Nueva Red Inteligente

## Nueva Red Opcion 1

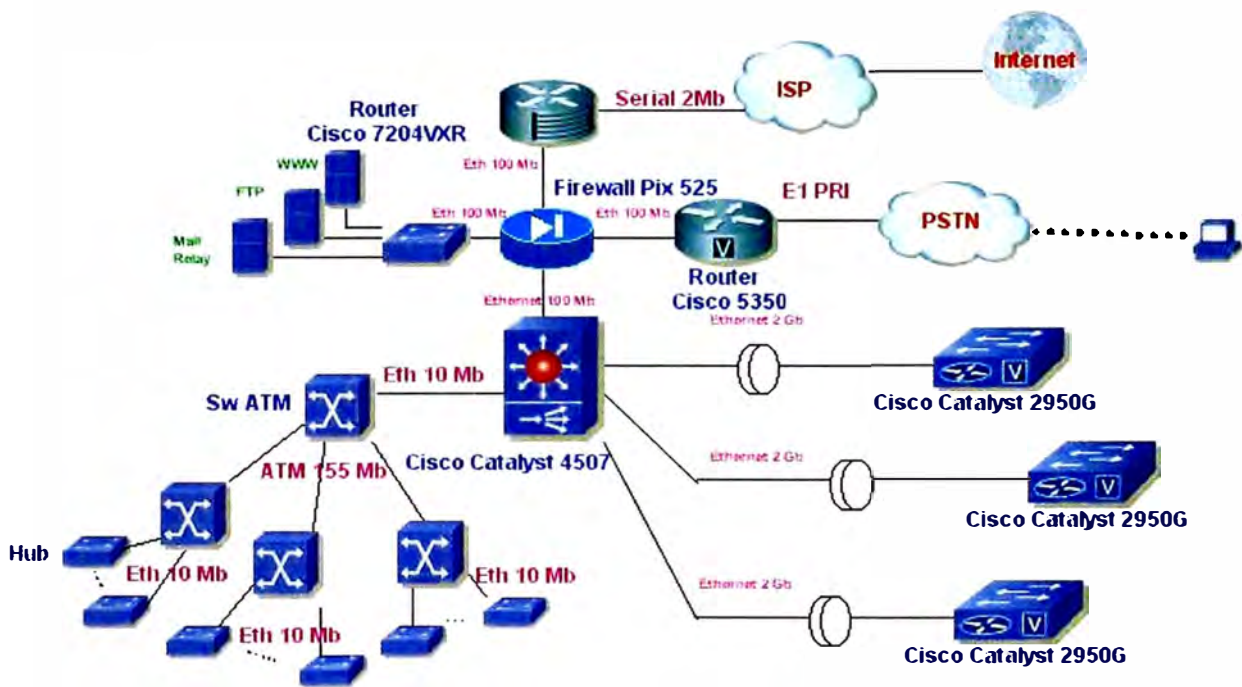


Fig 6.2 .- Nueva Red Opción 1

Con esta propuesta primaria, se consigue en primera instancia, reemplazar el router cisco 25000 por otro cisco 7204VXR, de mayores prestaciones, mas de 1 millon de paquetes por segundo, interfaces en Fast Ethernet, soporte para Telefonía IP, IP Sec, Control de Trafico basado en protocolo.

Además se reemplazaría el Switch ATM por el Swicth Catalyst 4507, además de los nodos secundarios con Catalyst 2950G, con interfaces GBIC, con lo cual se estaría pasando de una velocidad en Backbone de 155Mbps a 1Gbps.



## 6.4 Propuesta y Costos N° 2 de la Nueva Red Inteligente

# Nueva Red Opcion 2

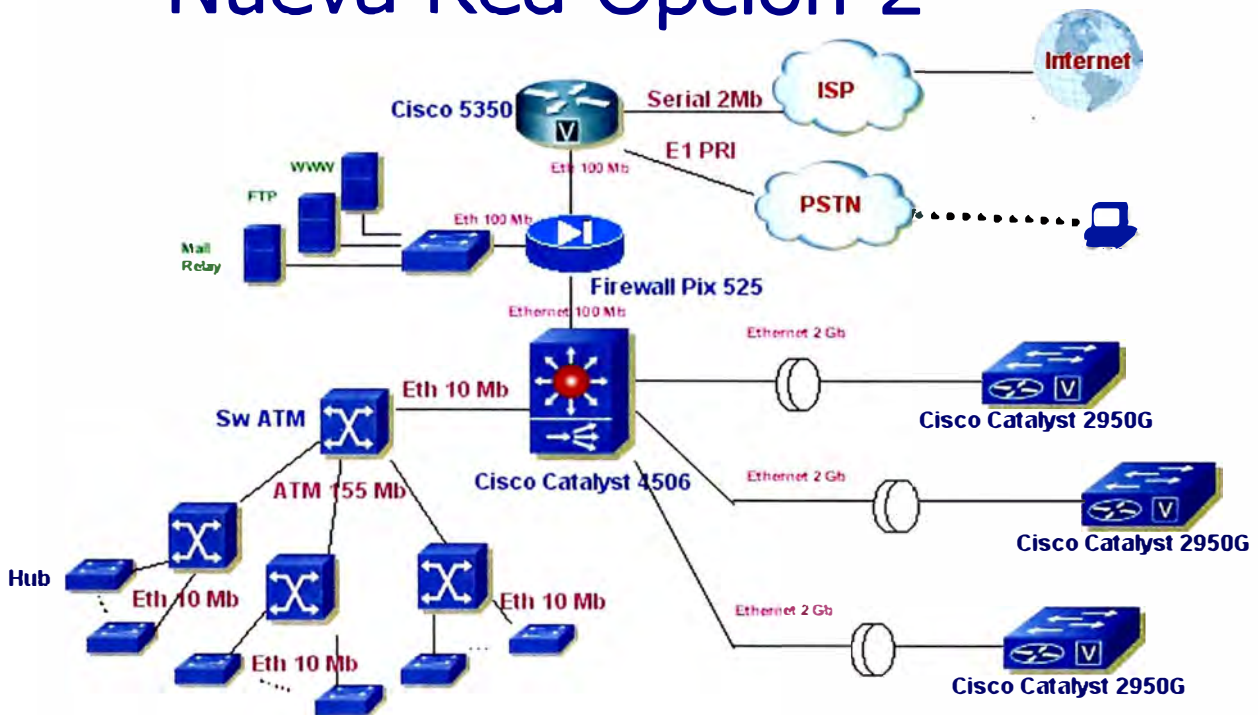


Fig 6.3 .- Nueva Red Opción 2

La diferencia de esta configuración con la primera radica, en el E1, que permitiría acceso remoto para los usuarios, que se conectan a través de la Red Telefónica Conmutada, además de manejar también la salida a Internet. Como se puede apreciar en la Fig 6.4, el Firewall PIX 525, brindaría el nivel de seguridad para la zona de servicios y la zona de la intranet. Esta opción es mas cómoda, debido a la menor performance del router 5350. Los switches, siguen formando la misma topología, en reemplazo de los Ethernet 10BaseT.

## 6.5 Propuesta y Costos N° 3 de la Nueva Red Inteligente

# Nueva Red Opcion 3

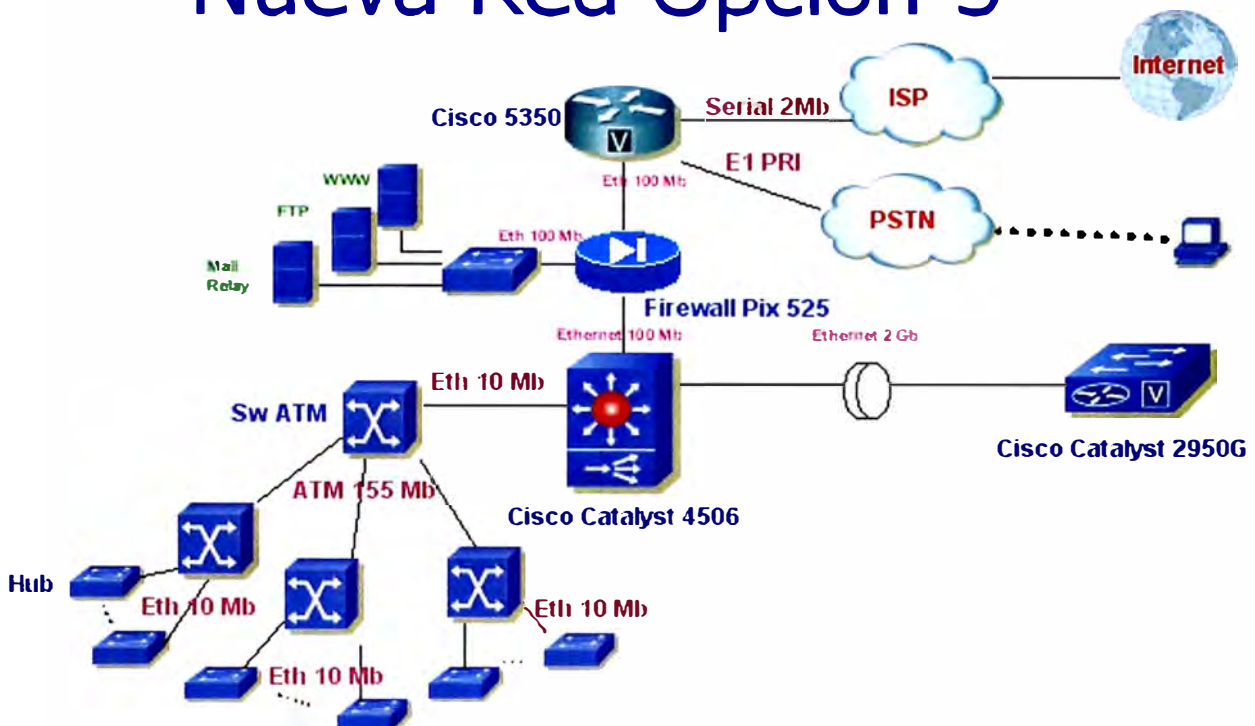


Fig 6.4 .- Nueva Red Opción 3

Con esta tercera opción, solo se logra reemplazar el Nodo Q, el cual como mencionamos anteriormente, dejó de funcionar, y el Nodo B, en el Pabellón Central, el cual operará conjuntamente con los tres Nodos restantes, para los cuales el Catalyst 4506, debe poder convertir 1Gbit a 10Base T, para poder acceder a un Nodo antiguo, o en su defecto contar con una interfaz ATM 155Mbps, para conectarse directamente al 9A<sup>000</sup>.

Desde luego esta es la opción más económica, sin prescindir del Firewall, que de todas formas está proyectado instalarlo.

## 6.6 Propuesta y Costos N° 4 de la Nueva Red Inteligente

# Nueva Red Opcion 4

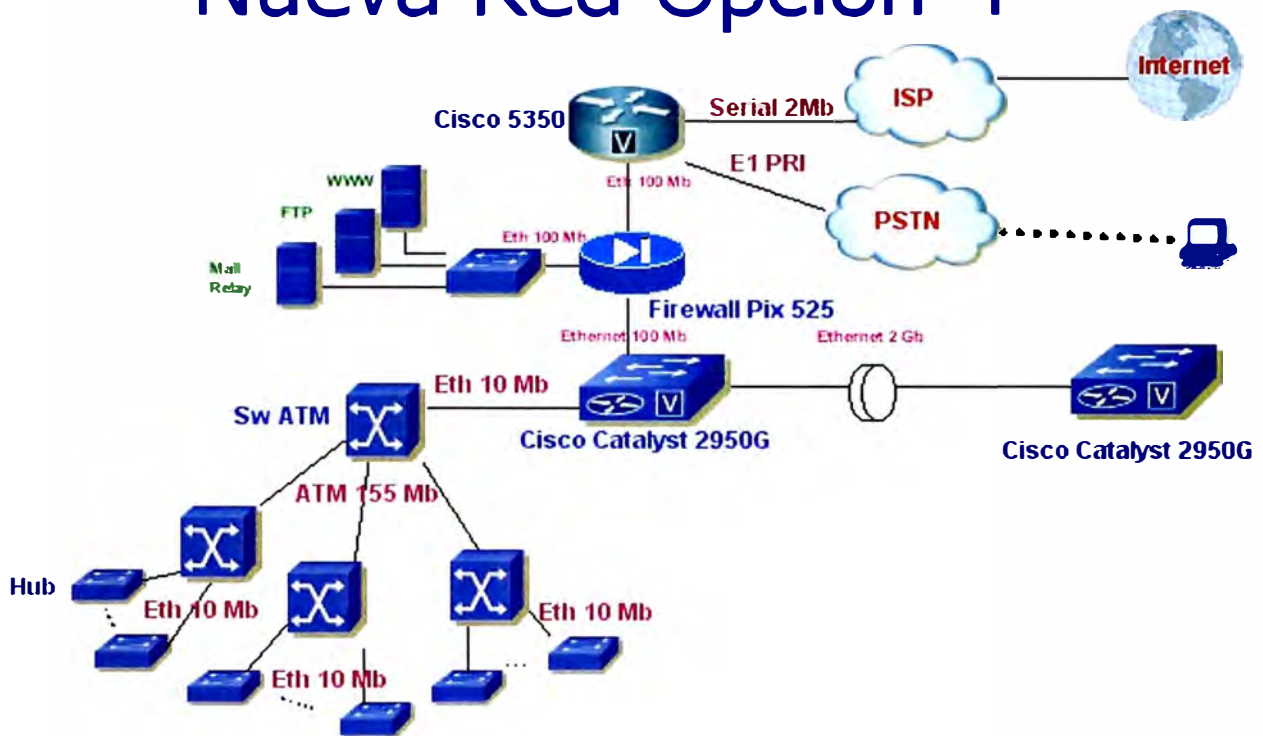


Fig 6.5.- Nueva Red Opción 4

Con respecto a todas las opciones previstas, esta cuarta, sería la menos recomendada, pues no permitiría una escalabilidad más flexible, pues solo se opta por dos Catalyst 2950G, de 24 ports cada uno, suficientes solo para los enlaces principales y nodos secundarios, pero no para resolver la gran demanda de densidad de puertos switcheados, en la Red de Campus.

Cisco 7204VXR				
Producto	Descripcion	Cantidad	Precio	Sub-total
CISCO7204VXR	Cisco 7204VXR, 4-slot chassis, 1 AC Supply w/IP Software	1	6.000,00	6.000,00
PWR-7200	Cisco 7200 AC Power Supply Option	1	0,00	0,00
CAB-AC	Power Cord,110V	1	0,00	0,00
S72C-12204BW	Cisco 7200 Series IOS IP	1	0,00	0,00
NPE-G1	7200 Network Processing Engine with 3 GE/FE/E ports	1	15.000,00	15.000,00
PA-4T+	4 Port Serial Port Adapter, Enhanced	1	4.500,00	4.500,00
MEM-NPE-G1-256MB	Two 128MB mem modules (256MB total) for NPE-G1 in 7200	1	0,00	0,00
MEM-NPE-G1-FLD64	Cisco 7200 Compact Flash Disk for NPE-G1, 64 MB Option	1	0,00	0,00
CAB-V35MT	V.35 Cable, DTE, Male, 10 Feet	1	100,00	100,00
			<b>TOTAL</b>	<b>25.600,00</b>
Catalyst 4507				
Product	Description	Quantity	Price	Sub-total
WS-C4506	Catalyst 4500 Chassis (6-Slot), fan, no p/s	1	4.995,00	4.995,00
PWR-C45-2800ACV	Catalyst 4500 2800W AC Power Supply with Int Voice	1	1.995,00	1.995,00
CAB-AC-2800W-INT	International Power Cord	1	0,00	0,00
WS-X4515	Catalyst 4507 Supervisor IV, Console(RJ-45),Mgt(RJ-45)(Spare)	1	13.495,00	13.495,00
S4KL3-12112EVW	Cisco IOS BASIC L3 SW C4000 SUP 3/4 (RIP, St.Routes,IPX,AT)	1	0,00	0,00
WS-X4232-GB-RJ	Catalyst 4000 E/FE/GE Module, 2- GE(GBIC), 32- 10/100 (RJ-45)	1	4.495,00	4.495,00
WS-G5486	1000BASE-LX/LH long haul GBIC (singlemode or multimode)	3	995,00	2.985,00
WS-G5484	1000BASE-SX Short Wavelength GBIC (Multimode only)	1	500	500,00
			<b>TOTAL</b>	<b>28.465,00</b>
Catalyst 4506				
Product	Description	Quantity	Price	Sub-total
WS-C4506	Catalyst 4500 Chassis (6-Slot), fan, no p/s	3	4.995,00	14.985,00
PWR-C45-2800ACV	Catalyst 4500 2800W AC Power Supply with Int Voice	3	1.995,00	5.985,00
CAB-AC-2800W-INT	International Power Cord	3	0,00	0,00
WS-X4515	Catalyst 4507 Supervisor IV, Console(RJ-45),Mgt(RJ-45)(Spare)	3	13.495,00	40.485,00
S4KL3-12112EVW	Cisco IOS BASIC L3 SW C4000 SUP 3/4 (RIP, St.Routes,IPX,AT)	3	0,00	0,00
WS-X4148-RJ	Catalyst 4000 10/100 Auto Module, 48-Ports (RJ-45)	3	4.495	13.485,00
WS-G5486	1000BASE-LX/LH long haul GBIC (singlemode or multimode)	3	995,00	2.985,00
			<b>TOTAL</b>	<b>77.925,00</b>
Cisco PIX 525				
Product	Description	Quantity	Price	Sub-total
PIX-525	PIX Firewall 525 Chassis	1	4.000,00	4.000,00
CAB-AC	Power Cord,110V	1	0,00	0,00
PIX-VPN-DES	56-bit DES VPN feature license for PIX Firewall	1	0,00	0,00
PIX-525-SVV-R	Restricted feature license for PIX 525 Firewall	1	9.495,00	9.495,00
SF-PIX-6.2	PIX v6.2 Software for the PIX 515E, 525 and 535 Chassis	1	0,00	0,00
PIX-4FE	PIX Four-port 10/100 Ethernet interface, RJ45	1	1.000,00	1.000,00
			<b>TOTAL</b>	<b>14.495,00</b>

Tabla : 6.2 .- Presupuesto en dolares de la Solución Propuesta

Aquí presentamos algunos precios para la opción numero 1, la que más se recomienda, y que podría resolver los problemas agudos de acceso a la Red de Campus e Internet, de la UNI. Estos precios son de Junio del presente año.

Las propuestas planteadas se ajustan a las condiciones económicas que tiene la Universidad, y de ninguna forma, se calificaría que cualquiera de ellas sea la mejor solución a nivel global para nuestra institución. Por otro lado se ha contemplado, con esta migración, darle soporte completo a los nuevos protocolos de desarrollo sobre IPv6, pues es una capa que debe trabajar paralelamente con IPv4, y contar en cada Facultad con un centro piloto dedicado a esta nueva versión de capa 3

## CONCLUSIONES

1.- Como hemos comentado en el apartado de aplicaciones, el crecimiento de Internet debido a la 'sed' de información, ha provocado grandes cambios en la naturaleza del tráfico que transportan las redes. A pesar de esto, Ethernet, en todas sus velocidades y versiones, es una de las tecnologías para redes LAN con más éxito, gracias, sobre todo, a su capacidad de funcionar sobre las estructuras ya existentes y a su escalabilidad, desde los 3 Mb/s iniciales que se consiguieron en los laboratorios XEROX, pasando por los 10, 100 Mb/s y Gigabit Ethernet.

2.- Sin embargo, a principios de marzo del año 2000, las firmas más importantes en el entorno de redes (3Com, Cisco, Nortel, Sun...), se unieron para constituir la 10 Gigabit Ethernet Alliance, cuyo objetivo es promocionar la adopción de la nueva generación de Ethernet en entornos LAN, MAN y WAN. Estas empresas pretenden potenciar la norma IEEE 802.3 10Gigabit Ethernet, actualmente en desarrollo, para preparar las futuras redes, que habrán de soportar las nuevas aplicaciones de ancho de banda relativamente grande. La norma se dirige tanto a los entornos LAN como a los WAN, y que parece ser fundamental para cursar tráfico de voz, vídeo y datos.

3.- Parece ser que 10 Gigabit Ethernet ha despertado el interés de los operadores y proveedores de servicios Internet (PSI) con altos volúmenes de tráfico, así como de las grandes corporaciones que ya empiezan a planear la migración a velocidades superiores a 1 Gbps.

4.- Aunque en un principio la norma se pensó para redes locales, su aplicación se está viendo ahora más útil en entornos WAN como un medio de conexión de routers y conmutadores. IEEE autorizó en enero del 2000 la creación de la 802.3a Task Force a partir del IEEE 802.3 Higher Speed Study Group (HSSG), que formaban más de 70 compañías desde el mes de marzo de 1999, para desarrollar el estándar, que se espera esté finalizado en la primavera del 2002.

Las directrices sobre las que se está desarrollando este estándar son:

- a) Mantener formato de trama 802.3 de Ethernet,
- b) Apoyar el estándar propuesto P802.3ad para la adición de enlaces,
- c) Velocidad de 10Gb/s,
- d) Definir dos familias de capa física,
- e) Una operativa a 10 Gb/s,
- f) Ora compatible con OC-192c/SDH VC-4-64c,
- g) Proporcionar especificaciones para soportar enlaces
- h) A menos 100m sobre fibra multimodo ya instalada,
- i) A menos 300m sobre fibra multimodo,
- j) A menos 2, 10 o 40Km sobre fibra monomodo.

5.- Aunque este estándar es todavía un proyecto, parece ser que ya se está trabajando para superar estas velocidades. La última noticia al respecto, antes de finalizar este trabajo (21 de mayo de 2001), es que la corporación especializada en entornos Ethernet ópticos Atrica, lanzaba un conmutador con capacidad de 100 Gbps Ethernet (el A-800). Buscan combinar a través de un único cable de fibra el tráfico Ethernet y Sonet, para contribuir a la migración de los proveedores de servicios metropolitanos de la tecnología SONET hacia la Ethernet óptica.

Todo esto refuerza la idea de que el futuro de las LANs es combinar diversas tecnologías, para mejorar las prestaciones de la red, según la aplicación requerida.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1.- Omar González López, “Modelado y simulación del protocolo lan emulation utilizando comnet iii como herramienta”; fundación universidad de las américas puebla. escuela de ingeniería departamento de electrónica;  
<http://mail.udlap.mx/~electro/REDES/lane/LANE.html>

2.- Network WorldFusion

<http://www.nwfusion.com/netresources/atmgig.html>

3.- Gigabit Ethernet

[http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/ftp/gigabit\\_ethernet](http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/ftp/gigabit_ethernet)

4.- ATM vs Gigabit Ethernet

<http://www.cisco.com>



5.- Programa de las Academias de Networking de Cisco

<http://cisco.netacad.net>

6.- Red Academica de Chile REUNA

<http://www.reuna.cl/servicios/reuna26.html>

7.- Universidad de Concepcion Chile, Area de Redes.

<http://www.die.udec.cl/~redes/apuntes/myapuntes/node185.html>

8.- Fundación Universidad de las Americas Puebla-Mexico

<http://mail.udlap.mx/~electro/REDES/lane/Modelo.html>

9.- Tthe Ohio State University

[http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/ftp/gigabit\\_ethernet/](http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/ftp/gigabit_ethernet/)