



181750

## **“ADMINISTRACIÓN DE REDES ATM INALÁMBRICAS”**

TESIS QUE PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES  
PRESENTA

**HECTOR MANUEL FRAGOSO TREJO**

Asesor: DR. ROBERTO GÓMEZ CÁRDENAS

Comité de tesis: DR. EDUARDO GARCÍA GARCÍA  
DR. GUSTAVO A. SANTANA TORRELLAS

|         |                                     |            |
|---------|-------------------------------------|------------|
| Jurado: | DR. ROBERTO GÓMEZ CÁRDENAS          | Presidente |
|         | DR. GUSTAVO A. SANTANA<br>TORRELLAS | Secretario |
|         | DR. EDUARDO GARCÍA GARCÍA.          | Vocal      |

# CONTENIDO.

---

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2.</b> | <b>EL PORQUE DE LA UTILIZACIÓN DE UN MEDIO INALÁMBRICO</b>  | <b>10</b> |
| 2.1       | MEDIOS DE TRANSMISIÓN   | 11        |
| 2.2       | SISTEMAS MÓVILES INALÁMBRICOS   | 12        |
| 2.2.1     | ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA)   | 13        |
| 2.2.2     | ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA)   | 13        |
| 2.2.3     | TDMA – E (EXTENDIDO)  | 14        |
| 2.2.4     | ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGO (CDMA) Y FHMA  | 14        |
| 2.3       | DESARROLLO TECNOLÓGICO (DIFERENCIAS ENTRE LA PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN)                                  | 14        |
| 2.4       | TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN EN ESPECTRO EXTENDIDO   | 15        |
| 2.5       | TAXONOMÍA DE SISTEMAS MÓVILES INALÁMBRICOS  | 16        |
| 2.6       | TERCERA GENERACIÓN DE SISTEMAS MÓVILES INALÁMBRICOS (TGMS)  | 18        |
| 2.6.1     | EL SISTEMA MÓVIL DE TELECOMUNICACIONES UNIVERSAL (UMTS)   | 18        |
| 2.7       | ATM INALÁMBRICA   | 19        |
| 2.8       | PROCESOS Y SERVICIOS DE ATM SOBRE SATÉLITE  | 22        |
| 2.8.1     | BENEFICIOS DE ATM POR SATÉLITE  | 23        |
| 2.9       | APLICACIÓN DE ATM / AAL2 COMO UNA TECNOLOGÍA DE CONMUTACIÓN DE REDES DE ACCESO MÓVIL DE TERCERA GENERACIÓN. | 23        |
| 2.9.1     | ARQUITECTURA UMTS E IMT – 2000  | 25        |
| 2.9.2     | APLICANDO ATM EN UMTS E IMT – 2000  | 27        |
| 2.9.3     | EL NUEVO PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN AAL2: ITU-T Q.2630.1   | 30        |
| 2.9.4     | EL PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN AAL2   | 30        |
| 2.10      | ACCESO LOCAL DE BANDA ANCHA: LAN INALÁMBRICA Y ATM INALÁMBRICA  | 33        |
| 2.10.1    | ESCENARIOS DE SERVICIO  | 35        |
| 2.10.2    | MERCADO Y PRODUCTOS   | 36        |
| <b>3.</b> | <b>ADMINISTRACIÓN DE REDES</b>  | <b>38</b> |
| 3.1       | ADMINISTRACIÓN DE CONMUTADORES Y REDES RÁPIDAS ETHERNET   | 38        |
| 3.1.1     | ADMINISTRACIÓN DE LA RED.   | 39        |
| 3.1.2     | MONITOREO REMOTO (RMON: Remote MONitor)   | 43        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
|           |   | 4         |
| 3.1.3     | ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN                          | 48        |
| 3.1.4     | ADMINISTRACIÓN DE LA EFICIENCIA                             | 48        |
| 3.1.5     | SEGURIDAD   | 49        |
| 3.2       | ADMINISTRACIÓN DEL ESCRITORIO                               | 49        |
| 3.3       | ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS                                  | 51        |
| 3.4       | USOS CLAVE DE LA ADMINISTRACIÓN DE CONMUTADORES DE REDES    | 52        |
| 3.4.1     | LANS VIRTUALES  | 53        |
| 3.4.2     | MAPEO FÍSICO CONTRA MAPEO LÓGICO DE VLANS                   | 53        |
| 3.4.3     | CONFIGURACIÓN DE VLANS                                      | 54        |
| 3.4.4     | ¿CUÁNTOS PUERTOS CONMUTADOS SE PUEDEN ADMINISTRAR?          | 54        |
| 3.4.5     | CONCENTRADORES INTELIGENTES                                 | 55        |
| 3.5       | INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN DE REDES DE ALTA VELOCIDAD | 56        |
| 3.5.1     | TIPOS DE ADMINISTRACIÓN DE CAPACIDADES.                     | 59        |
| 3.5.2     | SERVICIOS ATM QUE REQUIEREN ADMINISTRACIÓN DE RED           | 61        |
| 3.5.3     | ADMINISTRACIÓN DE LAS CAPAS FÍSICA Y ATM                    | 63        |
| 3.5.3.1   | FLUJOS DE OPERACIÓN DE LA CAPA FÍSICA.                      | 64        |
| 3.5.3.2   | FLUJOS DE OPERACIÓN DE NIVEL DS1                            | 64        |
| 3.5.3.3   | FLUJOS DE OPERACIONES DE NIVEL DS3                          | 65        |
| 3.5.3.4   | FLUJOS DE OPERACIONES DE NIVEL PLCP                         | 65        |
| 3.5.3.5   | FLUJOS DE OPERACIONES DE NIVEL SONET                        | 66        |
| 3.5.3.6   | FLUJOS DE OPERACIONES DE LA CAPA ATM                        | 66        |
| 3.5.3.7   | FLUJOS DE OPERACIONES VPC (FLUJOS F4)                       | 67        |
| 3.5.3.8   | FLUJOS DE OPERACIONES VCC (FLUJOS F5)                       | 67        |
| 3.5.3.9   | INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN LOCAL DE BANDA ANCHA.            | 69        |
| 3.6       | ADMINISTRACIÓN DE LA RED CLIENTE                            | 71        |
| <br>      |   |           |
| <b>4.</b> | <b>REDES ATM INALÁMBRICAS</b>                               | <b>73</b> |
| <br>      |   |           |
| 4.1       | INTERRELACIÓN DE QoS  | 74        |
| 4.1.1     | QoS EN REDES MULTIMEDIA INALÁMBRICAS                        | 76        |
| 4.1.2     | ARQUITECTURA DE ADMINISTRACIÓN DE LA QoS                    | 76        |
| 4.1.3     | ARQUITECTURA GLOBAL   | 77        |
| 4.1.4     | NIVELES DE QoS  | 79        |
| 4.1.5     | MODELOS DE NEGOCIADORES                                     | 79        |
| 4.1.6     | ADMINISTRACIÓN DE LA QoS                                    | 81        |
| 4.1.6.1   | MAPEO DE LA QoS   | 82        |
| 4.1.6.2   | PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE QoS                             | 83        |
| 4.1.6.3   | FILTROS DE RED E INTERMEDIARIOS DE FILTROS                  | 87        |
| 4.1.6.4   | ADAPTACIÓN DE LA QoS  | 89        |
| 4.1.7     | TRABAJO FUTURO SOBRE QoS                                    | 89        |
| 4.2       | TRASPASO MICRO CELULAR EN ATM INALÁMBRICA                   | 90        |
| 4.2.1     | ARQUITECTURA DE REDES WATM                                  | 91        |
| 4.2.2     | ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS WATM                             | 92        |
| 4.3       | TRASPASO WATM   | 93        |
| 4.3.1     | TRABAJOS RELACIONADOS                                       | 94        |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
|         |   | 5   |
| 4.4     | LA SOLUCIÓN PARA EL TRASPASO  | 95  |
| 4.4.1   | TRASPASO EN REVERSA   | 95  |
| 4.4.2   | TRASPASO HACIA DELANTE  | 100 |
| 4.4.3   | DISCUSIÓN DE INVESTIGACIÓN FUTURA DEL TRASPASO                      | 104 |
| 4.5     | ESQUEMAS DE CONEXIÓN PARA ENRUTAMIENTO EN REDES ATM<br>INALÁMBRICAS | 105 |
| 4.5.1   | ESQUEMAS DE RE-ENRUTAMIENTO DE LAS CONEXIONES                       | 106 |
| 4.5.1.1 | CONEXIÓN CON RE-ESTABLECIMIENTO                                     | 106 |
| 4.5.1.2 | EXTENSIÓN DE CONEXIÓN (CAMINO)                                      | 107 |
| 4.5.1.3 | ENRUTAMIENTO ANCLA  | 108 |
| 4.5.1.4 | RE-ENRUTAMIENTO DINÁMICO  | 109 |
| 4.5.1.5 | RE-ENRUTAMIENTO POR LA COLOCACIÓN AVANTAJADA DE<br>CAMINOS          | 110 |
| 4.5.1.6 | ESQUEMAS HÍBRIDOS   | 112 |
| 4.5.1.7 | RAC (REORDENAMIENTO DE CONEXIÓN ATM)                                | 113 |
| 4.5.1.8 | EAC   | 114 |
| 4.5.2   | USOS NO DIRECCIONADOS POR ESQUEMAS DE RE-ENRUTAMIENTO               | 114 |
| 4.5.2.1 | RE-ENRUTAMIENTO POR REPARTICIÓN MULTIDIFUSIÓN                       | 115 |
| 4.5.2.2 | RE-ENRUTAMIENTO POR REPARTICIÓN MULTICONEXIÓN                       | 115 |
| 4.5.2.3 | IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE HETEROGÉNEO                              | 115 |
| 4.5.2.4 | INTERCONEXIÓN DE REDES HETEROGÉNEAS                                 | 115 |
| 4.5.2.5 | IMPACTO DE FALLA  | 116 |
| 4.5.3   | RE-ENRUTAMIENTO POR CONEXIÓN MULTIDIFUSIÓN                          | 116 |
| 4.5.3.1 | RE-ENRUTAMIENTO CON POSIBLE ACTUALIZACIÓN DE ÁRBOL                  | 117 |
| 4.5.3.2 | RE-ENRUTAMIENTO SEGUIDO POR ACTUALIZACIÓN DE ÁRBOL                  | 117 |
| 4.5.3.3 | RE-ENRUTAMIENTO POR HOJAS Y UNIONES                                 | 118 |
| 4.5.4   | RE-ENRUTAMIENTO POR CONEXIÓN MÚLTIPLE                               | 119 |
| 4.5.4.1 | RE-ENRUTAMIENTO PARALELO CONTRA SERIAL                              | 119 |
| 4.5.4.2 | PROCESAMIENTO Y RETARDO EN LA ENTREGA                               | 119 |
| 4.5.4.3 | RETARDO POR EL TRASPASO PARA TRAFICO EN TIEMPO REAL                 | 119 |
| 4.5.4.4 | CONTROL DE ADMISIÓN Y QoS   | 119 |
| 4.5.4.5 | COSTO DE ENRUTAMIENTO DEFICIENTE                                    | 120 |
| 4.5.4.6 | UN ESQUEMA PARA EL TRASPASO DE MÚLTIPLES CONEXIONES                 | 120 |
| 4.6     | MAPEO DE REDES ATM COMPUESTAS A LAS REDES ATM<br>INALÁMBRICAS       | 121 |
| 4.6.1   | FORMATO DE UNA CELDA ATM INALÁMBRICA.                               | 123 |
| 4.7     | SISTEMAS DE SEGURIDAD EN ATM INALÁMBRICA                            | 125 |
| 4.7.1   | SEGURIDAD EN REDES ATM COMPUESTAS.                                  | 125 |
| 4.7.1.1 | ARQUITECTURA DE SEGURIDAD EN LA RED ATM.                            | 126 |
| 4.7.2   | SEGURIDAD EN LA ATM INALÁMBRICA.                                    | 126 |
| 4.7.2.1 | ARQUITECTURA DE SEGURIDAD DE UNA RED ATM INALÁMBRICA.               | 127 |
| 4.7.2.2 | PILA DEL PROTOCOLO DE SEGURIDAD EN ATM INALÁMBRICA                  | 129 |
| 4.7.2.3 | ARQUITECTURA DE SEGURIDAD EN REDES ATM INALÁMBRICAS.                | 129 |
| 4.7.2.4 | ALGORITMO PARA SEGURIDAD DE ATM INALÁMBRICA.                        | 131 |
| 4.8     | FUNCIONES BÁSICAS DE ATM Y WATM                                     | 131 |
| 4.9     | PROTOTIPOS DE WATM  | 134 |
| 4.9.1   | WATMnet   | 134 |
| 4.9.2   | BAHAMA/MII  | 135 |
| 4.9.3   | MAGIC WAND  | 135 |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
|           |  | 6          |
| 4.9.4     | MEDIAN   | 136        |
| 4.9.5     | AWACS  | 137        |
| <b>5.</b> | <b>EL MODELO PROPUESTO DE ADMINISTRACIÓN DE REDES</b>      | <b>139</b> |
| 5.1       | ADMINISTRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA                            | 140        |
| 5.1.1     | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO                                   | 141        |
| 5.1.2     | ELEMENTOS A CONSIDERAR CUANDO SE ELIGE UN PROVEEDOR DE RED | 146        |
| 5.1.3     | APLICACIÓN EN LA UAM – IZTAPALAPA                          | 147        |
| 5.2       | ELEMENTOS NECESARIOS PARA CONSTRUIR LA SOLUCIÓN            | 148        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES.</b>                                       | <b>154</b> |
| <b>7.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA.</b>                                       | <b>157</b> |
|           | <b>APÉNDICE A</b>  | <b>163</b> |
|           | <b>APÉNDICE B</b>  | <b>169</b> |
|           | <b>APÉNDICE C</b>  | <b>173</b> |
|           | <b>APÉNDICE D</b>  | <b>176</b> |

# 1. INTRODUCCIÓN

Por muchos años el hablar de sistemas inalámbricos significó hacer referencia a los teléfonos caseros sin alambres, así como a los sistemas móviles de radio comunicación. Actualmente, los requerimientos de voz y datos se están desarrollando sobre la misma infraestructura soportada por las comunicaciones inalámbricas, lo que está influyendo en la convergencia de Internet y las redes organizacionales. Esta fusión permite la integración de servicios de voz, datos y multimedia. Tanto así, que el término movilidad está siendo reconsiderado, por todo lo que involucra el concepto de datos inalámbricos, despertando gran interés por la tecnología inalámbrica.

Las nuevas aplicaciones de datos sobre medios inalámbricos están contribuyendo a la expansión, en cuanto a posibilidades de las redes organizacionales, generando redes de área local compuestas (fijas e inalámbricas) punto-a-punto. Otro factor de influencia son las tecnologías no tan nuevas como la telefonía celular, así como por el desarrollo de dispositivos diminutos (PDA, radio-localizadores de dos vías, etc.) utilizando micro-buscadores para proveer el acceso a diversos servicios de datos. Un micro-buscador utiliza codificación limitada y sólo permite el acceso a un pequeño subconjunto de información habilitada por el proveedor.

El motivo de la convergencia de las redes compuestas y las telecomunicaciones móviles, se debe a varios factores de entre los cuales se puede citar el crecimiento explosivo de aplicaciones de comunicaciones móviles, que han determinado técnicas de costo-efectividad en el establecimiento de Lazos Locales Inalámbricos (WLL), estos procesos han facilitado la extensión de los accesos de la red de telefonía pública a las fronteras de suscriptores globales, ya que los proveedores de servicios pueden integrar fácilmente estos sistemas a los equipos existentes, debido a la estandarización de protocolos e interfaces.

A partir de 1992, los sistemas WLL han provisto una alternativa de costo-efectividad reduciendo el tiempo de espera, de años a meses para obtener el servicio de una línea telefónica.

La expectativa de crecimiento de este servicio para el año 2000 indicaba que más del 40% de la población de los países en desarrollo utilizara este medio [1]. Los primeros servicios de la telefonía celular se iniciaron en el año de 1983, en el año 2001 nuestro país ocupó el cuarto lugar en este rubro. Se considera que la combinación de la telefonía móvil y los radio-localizadores dan una comunicación personal efectiva y por otro lado las nuevas aplicaciones, tales como mensajes de voz, faxes y servicios de información ofrecidos en línea, hacen más atractiva esta tecnología. Otra razón para la creación de aplicaciones para la infraestructura inalámbrica, es la forma de hacer las cosas. Por ejemplo un vendedor tiene la necesidad de visitar a sus clientes y ofrecerles además de todas las facilidades de información en línea de sus productos, la oportunidad de ser localizado a cualquier momento y de manera paralela debe estar comunicado con su oficina y tener acceso a todos los recursos de la misma.

Por otro lado se tienen redes que no dependen de la telefonía celular o de los dispositivos antes mencionados, de las cuales se puede destacar ATM Inalámbrica (WATM), que puede ser considerada como una extensión de las redes fijas ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) basadas en celdas. ATM alamburada ofrece un buen ancho de banda. Así como conmutación y multiplexaje que presenta retardos bajos, provee además una variedad de servicios de comunicación digital de alta velocidad. Estos servicios incluyen interconexión de Redes de Área Local (LAN), imágenes y aplicaciones multimedia, como distribución de vídeo, vídeo telefonía

entre otras. ATM también soporta servicios multimedia a cualquier velocidad, por medio de ráfagas de tráfico de datos. El concepto de WATM puede ser considerado el marco de referencia para la próxima generación de comunicaciones inalámbricas. Las redes de banda ancha inalámbricas soportan servicios tradicionales de voz, así como comunicaciones móviles de aplicaciones multimedia. La integración inalámbrica y alamburada de ATM intenta una asignación de ancho de banda flexible, además de garantizar la calidad del servicio (QoS), que las redes inalámbricas actuales no pueden proveer. La integración alamburada / inalámbrico enfrenta las siguientes consideraciones, el ancho de banda usado en el medio inalámbrico tiene un límite (tasa máxima de alrededor de 50 Mbps) con un costo alto, mientras que ATM alamburada fue diseñada para un ambiente de banda ancha y operar con tasas de error de bits bajas (BER), por el lado de las redes inalámbricas se tiene un medio ruidoso y variante en el tiempo.

Una consideración pertinente que se puede hacer de una red ATM comparada con una red LAN tradicional, es que ATM sólo soporta servicios orientados a conexión. Una red ATM no puede enviar datos hasta que el canal virtual de conexión (VCC) se ha establecido. En la parte inalámbrica de ATM este circuito virtual no se puede dar debido a que se puede tener cualquier tipo de interferencia en el medio, lo que generaría la interrupción temporal del servicio. Por lo tanto las aplicaciones deben ser escritas para entender y superar estos inconvenientes propios de los medios inalámbricos.

El área de las comunicaciones personales inalámbricas, adiciona la necesidad de libertad de comunicación a cualquier momento y donde sea. Así mismo se tiene el factor de crecimiento. Los servicios de comunicación inalámbrica tendrán un crecimiento 15 veces más rápido comparados con los servicios alamburados [2]. Los estudios indican que el número de suscriptores de telefonía móvil, alcanzaran un billón para el año 2010, sobrepasando las líneas alamburas [3].

Se propone una investigación que permita recopilar más elementos que ayuden a entender mejor la tendencia del mercado inalámbrico, que esta creciendo de manera acelerada, así mismo se presenta una metodología en cuanto a la administración de las redes inalámbricas, con un claro enfoque hacia las redes WATM.

El presente trabajo tiene diferentes objetivos. El primero es contar con un documento que sirva a los administradores de redes, y que sea de utilidad académica (que puede servir de consulta en cursos de especialización y posgrado en redes). También propone un modelo sencillo que permite administrar redes WATM, y las redes relacionadas con esta, de una forma más fácil y exitosa.

El capítulo uno o introducción presenta una breve descripción del resto del trabajo, así como algo de los antecedentes de los sistemas inalámbricos.

El capítulo dos describe la evolución de los medios inalámbricos, así como las técnicas de acceso al medio utilizadas en inalámbricos, que se esta haciendo en la parte de protocolos para estandarizarlos, que se espera de las redes satelitales.

En el capítulo tres se presenta la forma de administrar una red utilizando los estándares, de manera local y remota. Así mismo se revisan los protocolos usados para tal fin, considerando la asignación de recursos, el control de los mismos, así como el direccionamiento de estos.

El capítulo cuatro esta dedicado a los conceptos necesarios para la administración de WATM, como son el ruteo, traspaso, calidad del servicio QoS, las redes locales WATM, redes multimedia y elementos de seguridad.

El capítulo cinco propone un modelo de administración de redes WATM, y de cualquier otra tecnología de red. En este caso se consideran tanto los conceptos teóricos como los factores de experiencia en el trabajo de administrar las redes de cómputo en una organización.

En el último capítulo (seis) se presentan nuestras conclusiones y el trabajo a futuro.



## **2. EL PORQUE DE LA UTILIZACIÓN DE UN MEDIO INALÁMBRICO.**

El desarrollo que han observado los servicios inalámbricos, así como el auge de las computadoras portátiles da como resultado una nueva tendencia en la forma de comunicarse y de utilizar una computadora. Dada la intensa actividad tecnológica es de esperarse que exista cierta confusión en cuanto a los términos técnicos usados para describir los dispositivos que han de utilizarse con los sistemas inalámbricos tal como, móvil, portátil, inalámbrico, nómada, etcétera.

Las computadoras no portátiles son las computadoras personales que aparecen en la década de los ochenta, que fueron diseñadas para operar sobre escritorios. Por las características de peso y tamaño no es fácil llevarlas de un lugar a otro. Su contraparte son las computadoras portátiles. Debido a la gran integración electrónica en la década de los noventa aparecen las computadoras de tamaño compacto, donde se integra el CPU y el monitor en un modelo tipo portafolio de peso ligero llamadas Laptops, también en esta década se generan los asistentes personales digitales PDA's, que caben en el bolsillo. Dentro de la clasificación de las computadoras no portátiles se encuentran las computadoras atadas. Estas trabajan conectadas a una red local a través de un cable. Su operación se logra mediante una fuente de corriente alterna que convierte esta energía en directa, su atadura se da por la dependencia del suministro de energía y del cable de red.

Las computadoras inalámbricas no usan cables como medio de comunicación, las ondas electromagnéticas las comunican al enviar o recibir estas. Como el medio de comunicación es aéreo, estas computadoras quedan libres del cable de la red. Este tipo de computadora puede ser tanto portátil o semi-fija dependiendo de su aplicación (servidor de computadoras inalámbricas y los clientes de este servidor). Una clasificación que especifica la movilidad se tiene en la computadora móvil. Esta modalidad permite que los usuarios se muevan libremente con sus computadoras dentro del rango de alcance de la red, mientras ejecutan sus aplicaciones. Estas computadoras tienen una pila recargable que opera por horas. También cuentan con un protocolo que les permite seguir ejecutando sus aplicaciones mientras deambulan de un lugar a otro. Además de la forma de la computadora se tienen otras clasificaciones útiles en la lógica de operación de estos dispositivos como se describe enseguida.

Una aplicación móvil es capaz de realizar sus funciones, independientemente de su ubicación y del estado dinámico de la computadora, tal vez con alguna degradación. Una atadura lógica se presenta cuando se configura una computadora como parte de una red local (alambrada o inalámbrica). De esta forma queda atada lógicamente a dicha red por la asignación de una dirección estática, entonces esta red se vuelve el entorno de la computadora y esta se podrá mover sólo dentro de los confines de su definición. Un cambio dentro de la misma red local se conoce como cambio de lugar físico. El cambio de lugar lógico ocurre cuando la computadora es cambiada de red LAN. Se dice que una computadora es nómada si puede ejecutar sus funciones independientemente de la red local a la cual esta conectada.

Finalmente se tiene una clasificación para usuarios dentro del contexto de movilidad. Un usuario nómada es libre de conectarse alrededor del mundo a cualquier computadora que tenga acceso a Internet y trabajar en ella como si fuese su oficina. De esta forma se libera al usuario de la computadora que normalmente usa. Este usuario cuenta con soporte para usar cualquier computadora conectada a Internet.

## 2.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

Los medios de transmisión más comunes de los medios inalámbricos en las llamadas WLAN, son el infrarrojo, las microondas y la radio frecuencia.

El medio infrarrojo es relativamente simple y tiene un costo bajo. Utiliza la misma señal de frecuencias usada sobre enlaces de fibra óptica. Detecta sólo la amplitud de la señal lo que le permite reducir de manera significativa la interferencia. No tiene un ancho de banda limitado, lo que le permite ejecutar velocidades de transmisión superiores a las de otros sistemas. Dicha transmisión opera en el espectro de luz, no requiere de licencia para operar. Existen dos formas de configurar una red IR-LAN transmisión dirigida (línea de vista) y transmisión omnidireccional. La transmisión dirigida permite transmisiones en un rango de un par de kilómetros que se puede utilizar al aire libre, esta opción ofrece el máximo ancho de banda y desempeño. En la transmisión omnidireccional. La señal se transmite hacia todas direcciones, lo cual reduce su alcance en un rango de 10 a 20 metros.

Los sistemas tipo microondas operan en potencias de menos de 500 miliwatts de acuerdo con las regulaciones de la FCC, son sistemas escasos en el mercado su transmisión se realiza por medio de banda angosta, su modulación se realiza en una sola banda (5.8 GHz). Este tipo de sistema presenta una ventaja que radica en el alto rendimiento (throughput), ya que su transmisión no involucra sobre encabezado (overhead) como en los sistemas de espectro disperso.

Los sistemas de radio frecuencia emplean tecnologías de espectro disperso en USA, actualmente se cuenta con tecnología de dos tipos espectro disperso con código de secuencia directo (DSSS) y espectro disperso con salto de frecuencia (FHSS).

El espectro disperso involucra mucho overhead por lo que estos sistemas (DSSS y FHSS) han presentado menor velocidad en la transmisión de datos comparados contra el infrarrojo o las microondas.

En DSSS (Direct-Sequence Spread Spectrum) La señal de transmisión es dispersa sobre una banda determinada (ejemplo 50 MHz). Se utiliza una cadena binaria aleatoria para modular la señal transmitida, esta cadena se conoce como “Código de Dispersión”. El transmisor y el receptor deben estar sincronizados con el mismo código de dispersión, en el caso de que se usen códigos de dispersión ortogonales, entonces más de una LAN puede compartir la misma banda de frecuencia.

Sin embargo, debido a que los sistemas DSSS utilizan sub-canales amplios, el número de redes LAN involucradas está limitado por el tamaño de estos sub-canales.

La capacidad de recuperación de la señal en DSSS es rápida debido a la capacidad de dispersión de la señal sobre una banda más amplia, como ejemplos de este tipo de productos se tienen Digital’s RoamAbout y NCR’s WaveLAN, entre otros.

La técnica FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). Divide la banda en pequeños sub-canales de 1MHz. La señal salta de un sub-canal a otro transmitiendo pequeñas ráfagas de datos en cada canal por un periodo de tiempo llamado “tiempo de vida”, la secuencia de los saltos debe ser sincronizada en el emisor y receptor de lo contrario se pierde la información.

El estándar recomienda que se divida la banda de frecuencia por lo menos en 75 sub-canales, con un tiempo de vida no mayor a 400 ms. FHSS es menos susceptible a interferencia debido a que la frecuencia está en cambios constantes, esta característica proporciona un alto grado de seguridad

en estos sistemas. Para poder bloquear un sistema FHSS se tendría que sabotear la banda completa.

Varias redes FHSS LAN pueden compartir la banda de frecuencias si se emplean secuencias de salto ortogonales, lo que da como consecuencia que más LAN puedan compartir la banda, por el número de sub-canales de FHSS.

La mayoría de los nuevos productos para WLAN's se desarrollan con tecnología FHSS, como ejemplo de estos productos se tienen algunos de ellos. Como por ejemplo, WaveAccess's Jaguar, Proxim RangeLAN2 y BreezeCom's BreezeNetPro.

## **2.2 SISTEMAS MÓVILES INALÁMBRICOS.**

Una de las áreas de la industria de las telecomunicaciones que ha tenido un rápido crecimiento es el mercado de la telefonía celular [4]. En el año de 1995 tenía casi 100 millones de suscriptores a nivel mundial, en el año de 1999 esta cifra se aproxima a los 350 millones de suscriptores y en el año 2001 esta cifra alcanzó los 781 millones de suscriptores. El porque de este crecimiento tan vertiginoso se puede atribuir a que la inversión en este tipo de sistemas es mínima (comparado con una alternativa alamburada). Es importante resaltar que este gran desarrollo se está dando en los países del llamado tercer mundo (en este bloque se encuentra México) que no tienen suficiente dinero para realizar investigaciones sobre su infraestructura de telecomunicaciones. Al observar el futuro de la telefonía móvil se aprecia la importancia que tendrá en nuestras vidas, tanto personal como profesionalmente.

Las comunicaciones inalámbricas involucran la transferencia de señales de información a través del aire por medio de ondas electromagnéticas. La emisión de ondas electromagnéticas y señales eléctricas tiene niveles de variación de potencia y polaridad que son aplicadas a una antena. Con estos niveles de variación, la energía contenida en la señal eléctrica es convertida en ondas electromagnéticas que son propagadas por una antena. Las ondas electromagnéticas son caracterizadas por su energía y frecuencia.

Un canal de Radio Frecuencia (RF), es un enlace de comunicación que usa señales de radio para transferir información entre dos puntos. Para realizar la transmisión de esta información, una onda de radio (generalmente llamada portadora) es modulada (modificada, en su amplitud, fase o frecuencia) para transportar la información. Los canales de radio frecuencia son definidos por su frecuencia y ancho de banda asignado. Así el ancho de banda es la frecuencia dentro de la cual opera un canal de radio en Hertz (límite inferior y superior), que puede ser modulado para transferir información. Existen organismos nacionales e internacionales que regulan el uso de estas frecuencias, ya sea en AM, FM, y otros sistemas como la telefonía celular o PCS (los Sistemas de Comunicación Personal).

Las señales pueden ser analógicas o digitales, las primeras varían continuamente entre un valor máximo y mínimo. Una señal analógica asume un número infinito de valores entre los dos extremos. Por otro lado las señales digitales tienen valores discretos que cambian en intervalos predeterminados. Las señales digitales típicamente tienen dos niveles de unos y ceros. La información contenida en un periodo simple es llamada bit.

Una señal analógica debe ser convertida a digital, para ser usada en sistemas digitales inalámbricos. Las señales digitales son más confiables en las transmisiones de radio, mejoran la calidad, la capacidad y la flexibilidad de las comunicaciones. Tienen mejor desempeño por su resistencia al ruido, además de permitir corrección y detección de errores.

La modificación de una señal o modulación de la misma, se puede efectuar por Modulación de Amplitud AM, por Frecuencia Modulada FM o por modulación de fase PM, los sistemas actuales

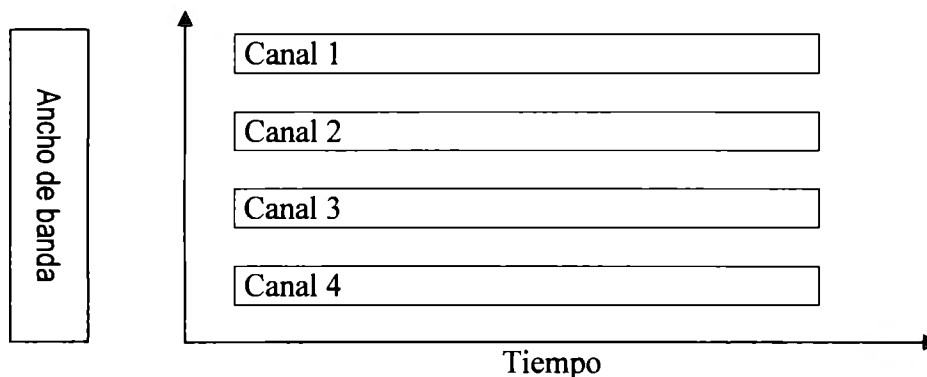
pueden usar los tres parámetros frecuencia, amplitud o tiempo al mismo tiempo, para transferir información analógica o digital.

A continuación se describen los métodos usados en sistemas móviles de radio para coordinar el servicio de petición y respuesta de canales compartidos.

### 2.2.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA)

Esta técnica utiliza la multiplexión para dividir el ancho de banda de la interfaz aérea entre la estación móvil (MS) y la estación base (BS) en canales múltiples analógicos, cada uno de estos canales ocupa un espacio de radio frecuencia (RF) en el espectro.

Si dos canales FDMA separados están disponibles para transmitir, uno por cada dirección de transmisión, el sistema se considera como de División de Frecuencia Dúplex (FDD), que también se conoce como Total-Total Dúplex (FFD). En la figura 2.1 se ilustra la técnica (FDMA).



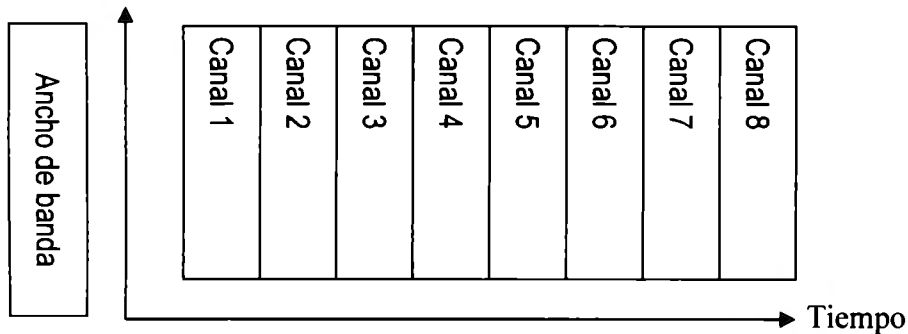
**Figura 2.1 Técnica FDMA.**

### 2.2.2 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO

Con esta técnica se divide el canal de RF analógica en ranuras de tiempo, que contienen tráfico digital. Con TDMA el usuario tiene una ranura de tiempo digital, esta ranura es rotada entre los usuarios en periodos básicos. Por ejemplo, el usuario A puede ser asignado a la ranura de tiempo 1 con una RF de X, el usuario B se le asigna la ranura de tiempo 4 con la misma RF de X y así consecutivamente. Cada usuario se asegura de tener estas ranuras disponibles a un tiempo conocido, esto significa que los usuarios de estaciones móviles conocen el tiempo exacto para enviar (y suspender el envío de tráfico).

Los bits, los bytes o los bloques de voz o de datos de las aplicaciones del usuario, son multiplexadas juntas e intercaladas en las ranuras. Las ranuras son combinadas juntas para formar marcos TDMA que son enviados dentro de la portadora simple de (RF).

Como algo básico, las señales digitales TDMA son moduladas dentro de una portadora analógica (un canal FDMA), por lo tanto, un sistema TDMA es una combinación de FDMA y TDMA. En contraste, una interfase FDMA pura no divide el canal de RF en ranuras, pero si dedica un canal de RF por usuario. FDMA es estrictamente una interfase aérea analógica. En la figura 2.2 se observa el TDMA.



**Figura 2.2 Técnica TDMA.**

### **2.2.3 TDMA – E (EXTENDIDO)**

Un sistema TDMA convencional desperdicia ancho de banda en los enlaces de comunicaciones con ciertas aplicaciones, porque las ranuras de tiempo están algunas veces sin usarse. Las ranuras libres se dan cuando una terminal ociosa no transmite en su ranura, por ejemplo, durante una pausa en una conversación en el teléfono. Esta técnica aprovecha las ranuras que no se usan al prestarlas a otros usuarios, cabe mencionar que esta técnica se usó en las versiones de segunda generación de sistemas móviles inalámbricos y se conoce como TDMA Extendido.

### **2.2.4 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGO (CDMA) Y FHMA**

Como una tercera opción se encuentra CDMA, esta tecnología no divide el espectro de frecuencia en piezas, al contrario, CDMA pone a todos los usuarios dentro del mismo espectro de frecuencia al mismo tiempo.

El Acceso Múltiple con Saltos de Frecuencia FHMA, permite a los usuarios móviles compartir canales de transmisión por breves periodos de tiempo en un canal de radio y después saltar a otro radio canal y continuar la transmisión.

## **2.3 DESARROLLO TECNOLÓGICO (DIFERENCIAS ENTRE LA PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN)**

La principal diferencia entre la primera y segunda generación de los sistemas móviles inalámbricos, es que en la primera generación se usa señalización analógica (FDMA) para el tráfico de usuario en la interfase aérea, y en los sistemas de segunda generación se usa señalización digital (con canal compartido TDMA o CDMA) para el tráfico de usuario. Las dos técnicas de la segunda generación modulan el tráfico de usuario sobre un canal analógico de (RF). En los sistemas de segunda generación, las señales de voz son convertidas en bits digitales a través de un proceso analógico–digital (A/D), que son modulados en una portadora de RF. En el caso de los sistemas de primera generación, las señales de voz no son convertidas en señales digitales, porque son moduladas directamente en el canal de radio frecuencia.

Una segunda diferencia derivada de la primera es el hecho de que la segunda generación de sistemas digitaliza el tráfico del usuario (tal como el control de señalización), esto hace

relativamente simple la encriptación de los bits digitales, para proveer privacidad y seguridad en las redes móviles de los clientes.

La tercera diferencia importante se da como consecuencia también de la primera. En la segunda generación de sistemas móviles se usa tecnología digital, lo que hace posible aplicar procedimientos de detección y corrección de errores, como resultado de esto se pueden obtener señales muy claras con poco ruido o sin ruido en el canal de comunicación.

Una cuarta diferencia es como se utiliza el tráfico en los canales (los canales portadores del tráfico del usuario) en un sistema convencional analógico, el canal de RF es asignado a un usuario. En un sistema digital, el canal de RF es asignado a más de un usuario y el tráfico de cada usuario es identificado como ranuras de tiempo o ranuras de código. Esta distinción permite la implantación de otra atractiva característica, la asignación de ancho de banda para el tráfico de usuarios, sólo cuando el usuario lo requiere.

## 2.4 TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN EN ESPECTRO EXTENDIDO.

En la tabla 2.1 se hace una comparación de dos técnicas de espectro extendido usado en las redes locales inalámbricas FHSS (frecuencia de salto de espectro extendido) y DSSS (secuencia directa de espectro extendido).

| Característica                          | FHSS   | DSSS           |
|---|--------|----------------|
| Interferencia                           | No     | Promedio       |
| Canales                                 | Uno    | Varios         |
| Frecuencia en la banda de 2.4 GHz (ISM) | 1 MHz  | 22 MHz         |
| Velocidad de transmisión por canal      | 3 Mbps | (11 y 50) Mbps |
| Áreas de cobertura                      | 26     | 3              |
| Grado de ocupación de la banda          | Total  | Sólo parte     |
| Potencia                                | Alta   | Baja           |

**Tabla 2.1**

Hay que tomar en cuenta que:

- Los sistemas DSSS no pueden evitar la interferencia, debido a su transmisión de baja potencia.
- Las colisiones en DSSS y FHSS ocurren de manera menos frecuente que en los sistemas de banda angosta.

La radiación emitida por las redes inalámbricas locales puede ser más benigna, que la que se produce por los teléfonos celulares. Una de las razones es el hecho de que los celulares manejan más potencia para poder cubrir mayores áreas, mientras que las redes locales inalámbricas operan a 100 mW (20 dBm). También influye el hecho de que las antenas de los celulares y propiamente el uso de estos, es cerca del cerebro, mientras que las antenas de las computadoras están por lo menos a medio metro de distancia del usuario.

## COMPARACIÓN DE LAS REDES LOCALES INFRARROJAS DIFUSAS Y DE LÍNEA DE VISTA INALÁMBRICAS.

Las primeras WLAN's fueron desarrolladas usando transmisión infrarroja (en los 80's). En la actualidad este tipo de redes tienen un buen número de anchos de banda sin regular, que son inmunes a la interferencia de radio, sus componentes físicos son pequeños y consumen poca potencia (difusas). La transmisión infrarroja se puede dar de forma directa (línea de vista) o de manera difusa (por reflexión). En la tabla 2.2 se describen las características más importantes de estas redes y para poder saber donde es más conveniente su aplicación.

| Característica                     | LÍNEA DE VISTA                     | DIFUSAS               |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Ancho de banda                     | Sin regulación                     | Sin regulación        |
| Inmunidad a la radio interferencia | Sí                                 | Sí                    |
| Interferencia de cuerpos opacos    | Sí                                 | Sí                    |
| Velocidad de transmisión           | 155 Mbps                           | 4 Mbps                |
| Alcance                            | 1 a 5 Km                           | 10 a 20 m             |
| Uso                                | Exterior (emisor y receptor fijos) | Interior (semi-fijas) |
| Potencia                           | Alta                               | Baja                  |

**Tabla 2.2**

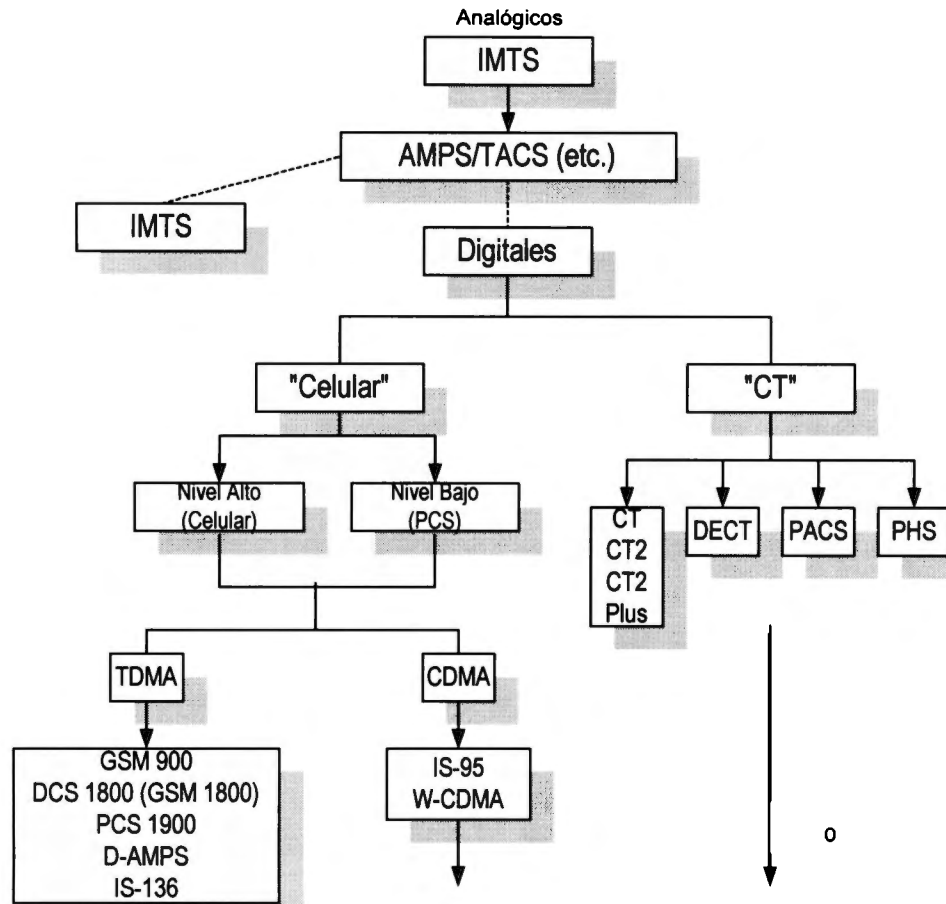
Las redes inalámbricas infrarrojas pueden ser usadas en cualquier parte, ya que no hay restricciones regulatorias en la operación de la banda óptica. Los estándares aplicados al manejo de radiación infrarroja son seguros.

El ojo es más sensible a la radiación infrarroja que la piel. Razón por lo cual las comunicaciones que utilizan infrarrojo de alta potencia de línea directa de vista son reguladas por estándares del cuidado y exposición de la vista. Las redes que emiten infrarrojo difuso irradian menos energía que la que produce un foco convencional de luz, por lo cual no representan un peligro para la salud, de hecho son benéficos a las plantas ya que ayudan en el proceso de fotosíntesis de las mismas.

## 2.5 TAXONOMÍA DE SISTEMAS MÓVILES INALÁMBRICOS

Los sistemas móviles inalámbricos de la segunda generación pueden ser ligeramente confusos para alguien que iniciaba el estudio de esta área. Este problema se dio porque muchos sistemas de segunda generación se desarrollaron a través del mundo y estos sistemas son identificados con diferentes nombres. Además, algunos de estos nombres describen la misma tecnología de interfase aérea, pero con diferente interpretación tecnológica.

Para tratar de clarificar un poco este problema se muestra en la figura 2.3 el principal punto de referencia de estos sistemas.



### Tercera Generación de Sistemas Móviles Inalámbricos (TGMS)

|          |   |
|----------|---|
| AMPS     | Sistemas de Telefonía Móvil Avanzados         |
| CDMA     | Acceso Múltiple por División de Código        |
| CT       | Telefonía sin Cordón                          |
| D-AMPS   | AMPS Digital                                  |
| DCS 1800 | Sistema Celular Digital (renombrado GSM 1800) |
| DECT     | Telefonía Digital Europea sin Cordón          |
| GSM      | Sistema Global Móvil de Comunicaciones        |
| IMTS     | Servicio de Telefonía Móvil Mejorado          |
| IS-41    | Estándar Provisional 41                       |
| PACS     | Sistema de Comunicación de Acceso Personal    |
| PCS      | Sistema de Comunicaciones Personales          |
| PHS      | Sistema Personal de Telefonía Inteligente     |
| TACS     | Sistema de Comunicación de Acceso Total       |
| TDMA     | Acceso Múltiple por División de Tiempo        |
| W-CDMA   | Banda Ancha CDMA                              |

**Figura 2.3 Taxonomía de los Sistemas Móviles Inalámbricos**

El Servicio de Telefonía Móvil Mejorado (IMTS), es una tecnología analógica del pasado que es incluida aquí para dar una idea de la evolución de la tecnología móvil inalámbrica. IMTS sirve



como punto de partida de la primera generación de sistemas móviles inalámbricos que se originaron a principios de la década de los 80's.

Los sistemas analógicos de la primera generación todavía se encuentran en el mercado y continuarán por algunos años más. Estos se muestran en el árbol de la taxonomía como Sistema Avanzado de Telefonía Móvil (AMPS) y el Sistema de Acceso Total de Comunicación (TACS). AMPS y TACS son ejemplos de los sistemas de la primera generación.

Sin embargo, los sistemas de la segunda generación están basados en la tecnología digital y actualmente son más usados que los que usan tecnología de la primera generación. El resto de la figura 2.3 muestra sistemas digitales, con excepción de IS-41, que soporta interfaces analógicas y digitales.

La tecnología conocida como Telefonía sin Cordón (CT) fue en un principio un sistema "cerrado". La estación móvil opera dentro de un área fija y no conectada a una red telefónica pública. Por ejemplo, una fábrica, universidad o un campo industrial que podía instalar un sistema privado CT confinado a un área específica. Se ha usado una descripción del pasado de este sistema ya que actualmente las implantaciones de CT operan en modo dual. Esto es, trabajan de manera privada y de forma pública, tal como AMPS. En este caso el término CT no significa sistema cerrado.

El propósito de esta referencia no es dar un gran detalle de la primera y segunda generación de los sistemas móviles inalámbricos, sino avanzar hacia la tercera generación de sistemas móviles inalámbricos y a varias de las tendencias que están apareciendo en el mercado. Esta generación se considera de suma importancia en el mercado ya que estas tecnologías representan en nuestra sociedad un cambio que pretende llevar a todas las partes del planeta la comunicación entre los seres humanos.

## **2.6 TERCERA GENERACIÓN DE SISTEMAS MÓVILES INALÁMBRICOS (TGMS)**

Para el año 2005 se espera que todos los sistemas móviles hayan migrado a la Tercera Generación de Sistemas Móviles (TGMS).

El paginado ha sido implantado en diferentes países sobre una gran variedad de sistemas. Como en el caso de una de las redes más populares llamada POCSAG (Post Office Code Standardization Advisory Group). Este es un sistema considerado de tercera generación que es empleado por muchos países Europeos. El sistema de paginado digital Europeo es conocido como ERMES, que es utilizado por el Sistema de Radio Mensajes Europeo. Esta tecnología es soportada en la Comunidad Europea (EC).

### **2.6.1 EL SISTEMA MÓVIL DE TELECOMUNICACIONES UNIVERSAL (UMTS)**

El UMTS es considerado un sistema de tercera generación, que pretende complementar el GSM (el Sistema Móvil Global) y al mismo tiempo proveer una ruta que mejore las tecnologías. Como principios tiene:

- Aprovechamiento común para todos los suscriptores, tanto fijos como móviles.
- Identificador de suscriptor universal que soporte números telefónicos portátiles.
- Redes conmutadas basadas en arquitectura ATM.

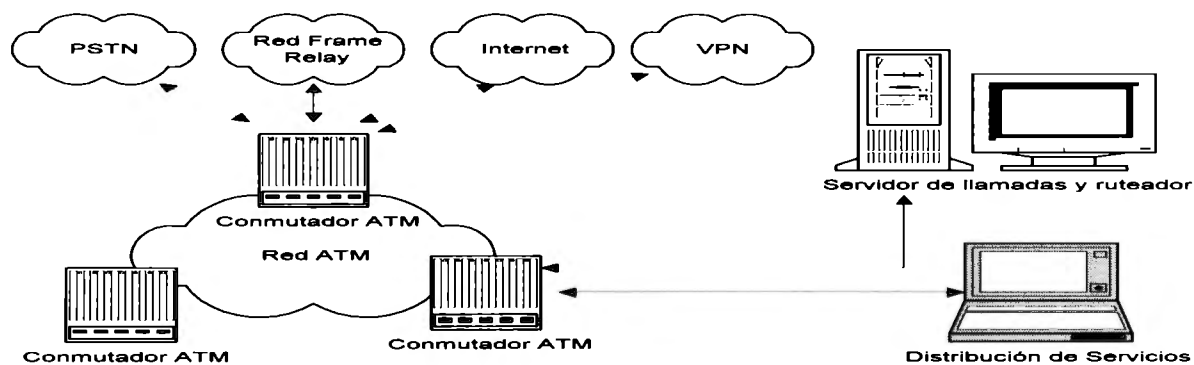
- Servicios para suscriptores fijos y móviles con un procedimiento común en el proceso de llamada.

TGMS representa un plan muy ambicioso para la próxima generación de la tecnología móvil inalámbrica. En el sentido de hacer compatible a DECT, GSM y a otras tecnologías que soporten múltiples interfaces de radio como, CDMA, Satélite, PCS, las estaciones móviles y la red deben tener una gran cantidad de “inteligencia”.

## 2.7 ATM INALÁMBRICA

ATM se expande hacia nuevas fronteras [5] con una de sus áreas más excitantes, ATM inalámbrica (WATM). La propuesta de servicio a usuarios móviles dentro de oficinas, en zonas metropolitanas y finalmente en áreas residenciales. ATM satelital y redes de radio terrestres, habilitan varias aplicaciones comerciales y militares, a velocidades ATM.

Con el advenimiento de las redes LAN inalámbricas, ATM inalámbrica aparece en el horizonte de las compañías que anuncian productos que se interconectaran a los conmutadores de ATM actuales. En esta panorámica se tiene que, los conmutadores ATM presentan baja latencia entre conmutadores de voz que proveen llamadas y servicios tipo señalización (VCC, Circuito de Conexión Virtual). De esta forma se tiene que los conmutadores ATM proveen un respaldo a los servicios inalámbricos, eliminando la necesidad de conectar cada conmutador inalámbrico a cada conmutador de voz, lo que permite un ahorro considerable de dinero. Los conmutadores ATM juegan un papel muy importante en el soporte de servicios multimedia y como compuertas a Internet para suscriptores de servicio inalámbrico. La figura 2.4 ilustra el método como se provee el servicio a suscriptores.



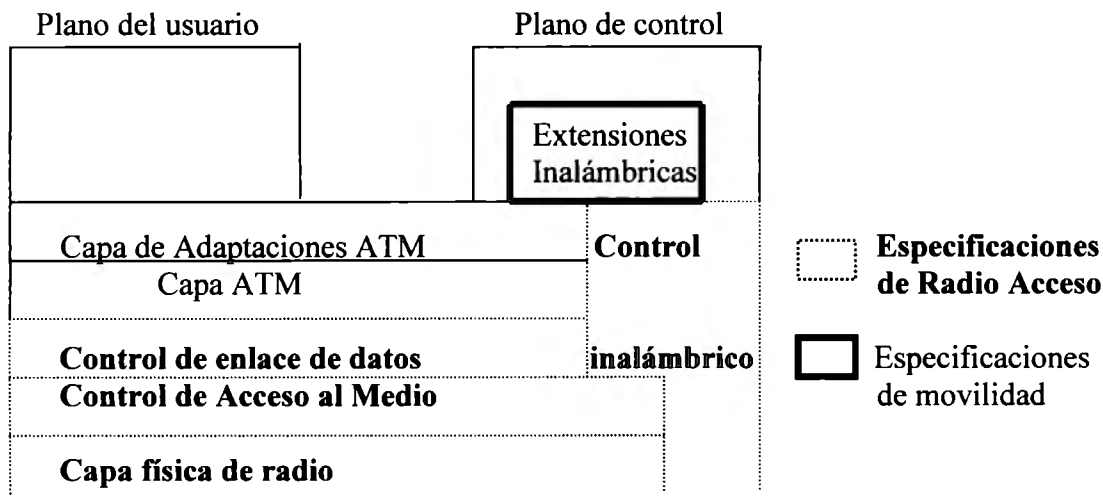
**Figura 2.4 Acceso Inalámbrico a una Red ATM fija**

El costo efectivo de ATM inalámbrica podría producir un acceso viable alternativo a los proveedores de servicio ATM alámbrico. Esto es especialmente útil en áreas donde es difícil de llegar por los métodos convencionales de cableado, es decir áreas históricas, zonas céntricas y zonas que por su disgregación hacen incosteable o inoperable este esquema tradicional. Una consideración interesante del modelo inalámbrico produce una segunda fuente de acceso para mejorar la fiabilidad y recuperación en el caso de un desastre natural. Ahora hay que poner sobre la mesa las dificultades que presenta este tipo de redes, altas tasas de error inherentes a las

transmisiones inalámbricas, que requieren modificaciones especiales para los protocolos que corren sobre ATM. Los desafíos que debe superar ATM inalámbrica son los siguientes:

- Esquema de acceso – desarrollo de protocolos de acceso que puedan vencer las altas tasas de error y ruido propias de los sistemas de radio.
- Fiabilidad y disponibilidad – cobertura de áreas, desvanecimiento de señal, interrupciones temporales, corrección y detección de errores.
- Servicio ubicuo – mientras lo inalámbrico puede alcanzar áreas céntricas difíciles, donde es necesario proveer este servicio, se debe contar además con licencias de portadoras, así como adquirir espacio en tejados y estaciones para desplegar el acceso.
- Movilidad y QoS – que asegure la consistencia de la calidad y el servicio y la no-interferencia externa, como en el caso de los usuarios residenciales.
- Aplicaciones – las aplicaciones necesitan ser escritas para entender y superar las limitaciones inherentes a las transmisiones inalámbricas.

Muchos de los principales protagonistas de la tecnología inalámbrica están en el foro del grupo ATM inalámbrica WATM – buscando las mejores alternativas y seleccionando ATM como la tecnología que mejor cumple los requerimientos buscados. La movilidad no es un gran lujo de ATM, es una necesidad para responder a la industria. El foro ATM del grupo de trabajo WATM se fundó en junio de 1996 [6] para desarrollar un conjunto de aplicaciones inherentes a la tecnología ATM, a través de un amplio rango de accesos a escenarios de las redes inalámbricas públicas y privadas. Esto incluye extensiones que soporten movilidad dentro de redes ATM inalámbricas y especificaciones de la capa de acceso de ATM inalámbrica de radio. Con el objetivo de compatibilidad de las especificaciones del equipo ATM inalámbricas, el grupo WATM se adiciona al foro de especificaciones de ATM alamburada. Además el grupo establece el enlace para coordinarse con otros organismos relevantes de estándares inalámbricos. Por ejemplo, mientras ETSI esta dedicada a la especificación de la capa de comunicación inalámbrica, el foro se enfoca a los protocolos de capas superiores. Esto puede ser visto de forma similar a los esfuerzos realizados en el pasado, donde el foro ATM fungía como punto de coordinación mundial de las especificaciones de ATM inalámbrica. Los trabajos iniciales del grupo de trabajo incluyeron especificaciones en las siguientes áreas como se describe en la figura 2.5.



181750



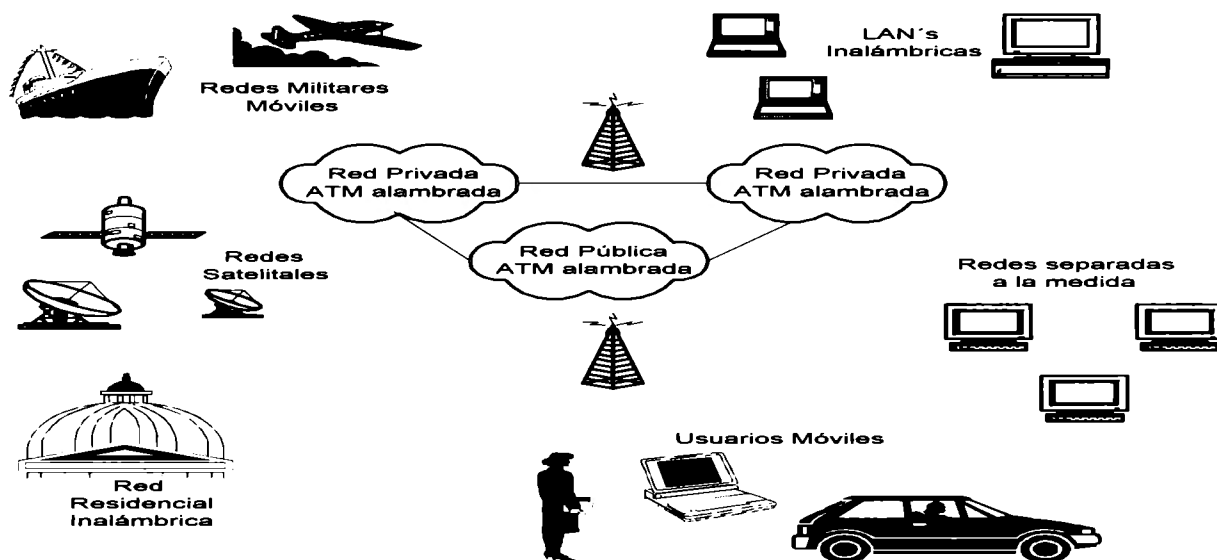
**Figura 2.5 Especificaciones de ATM Inalámbrica relacionadas a los estándares existentes**

En la figura 2.5 se pueden apreciar los protocolos de radio acceso que incluyen, la capa física de radio en la parte inferior del dibujo. En la capa siguiente esta el Control de Acceso al Medio, diseñada para los errores el canal inalámbrico. En la capa superior se encuentra el control de enlace de datos, para errores producidos por los canales inalámbricos y para la administración del recurso de radio, se tiene el protocolo de control inalámbrico

Dentro del plano de control se encuentran las extensiones del protocolo ATM móvil tales como, control de interferencia (señalización / extensiones NNI, etcétera), administración de localización para terminales móviles, consideración de ruteo para conexiones móviles, control de tráfico / QoS de conexiones móviles y administración de la red inalámbrica.

El radio acceso trabaja para definir el acceso inalámbrico a una red ATM desde una computadora "Laptop" o dispositivo dentro de un edificio, en lugares como, oficinas, centros de convenciones, hoteles, campus universitarios, o cualquier residencia. Un desafío clave para la especificación de radio acceso es el manejo del desvanecimiento de la señal multitrayectoria y la tasa de error por variación de tiempo de las altas frecuencias alcanzadas por la ATM inalámbrica. Otro punto de importancia se tiene en las extensiones de movilidad en el plano de control, para el acceso a una red ATM base con características de red inteligente, tales como autenticación, alta automática en cualquier parte de la red y el servicio de envío asegurado.

La figura 2.6 describe los elementos involucrados en el esfuerzo de especificaciones ATM inalámbricas.



**Figura 2.6 El modelo ATM Inalámbrico**

En el centro de la red dibujada se presenta una infraestructura de conmutadores públicos y privados alamburados, rodeados por varios escenarios que se visualizan para ATM inalámbrica. Estos escenarios pueden ser implantados como extensiones inalámbricas móviles mejoradas. Los usuarios finales móviles se comunican con la red por medio del acceso inalámbrico o por compuertas de interacción PCS (Sistema de Comunicación Personal). En la figura también podemos apreciar conmutadores satelitales que pueden soportar usuarios finales de zonas remotas (ejemplo exploración de recursos naturales), así como conectividad militar y vehículos de emergencia.

Las redes LAN inalámbricas permiten que los usuarios se desplacen por un edificio o entre un conjunto de ellos. La movilidad es una capacidad altamente valorada en redes corporativas para ejecutivos y trabajadores fuertemente compensados por el recurso de la información.

Las redes inalámbricas a la medida son capaces de soportar un grupo de usuarios con máquina "Laptop", que utilizan un ambiente colaborativo para ejecutar una tarea. Una característica atractiva de ATM inalámbrica es la operación "conectarse y operar", sin tener que conectar ningún equipo de manera física con una VLAN (Redes Virtuales Locales). Este sólo beneficio puede ahorrar en compras de Tecnología de Información con soporte al escritorio.

Hay varios estándares compitiendo en redes locales inalámbricas:

- IEEE 802.11 (ver apéndice C).
- HIPERLAN que se estandariza por ETSI / RES10 en Europa (ver apéndice B y C).
- IP – Móvil de IETF (ver apéndice C).
- Clase ITU AAL para multiplexar señales comprimidas de tasa variable de bits (VBR) para comunicación inalámbrica (ver apéndice C).

Cada uno de estos estándares ofrece varios diseños en su arquitectura de estación base, además los protocolos difieren marcadamente. Por citar un ejemplo, en Europa existen dos esfuerzos para estandarizar la tecnología inalámbrica ATM a 5 Gbps, para ofrecer un servicio con tasas de 10 a 20 Mbps:

- Comunidad Europea Red ATM inalámbrica Participante (WAND mágica, ver referencias en bibliografía).
- Programas de Avance Tecnológico (ATP's), proyecto de Infraestructura de Información Móvil (ver referencias en bibliografía).

## **2.8 PROCESOS Y SERVICIOS DE ATM SOBRE SATÉLITE.**

Un buen número de procesos y demostraciones con redes han usado ATM sobre satélite [7] desde 1994. El Instituto del Petróleo Americano en su área de Investigación ATM y el proyecto Estudio Empresarial Industrial (ARIES), adoptaron por primera vez el uso de un satélite de alta velocidad de la NASA auxiliados con redes terrestres ATM, para demostrar la exploración interactiva sísmica en el año de 1994. En años posteriores las demostraciones de ARIES incluyeron exploración marítima y simulación de emergencias medicas. En las zonas remotas del Canadá los satélites son las únicas señales de comunicación permisibles, que motivaron a NorthwesTel a implantar procesos de ATM por satélite para aplicaciones de telemedicina y aprendizaje a distancia.

El canal de alta velocidad sobre ATM satelital, va desde el Laboratorio de Propulsión Jet al Centro de Investigación Lewis de la NASA, que permite transferencias de datos TCP/IP de 600 Mbps sobre el Satélite de Comunicaciones Tecnológicas Avanzadas de la NASA (ACTS) [8]. En realidad el campo de ATM sobre este rublo es un área de investigación activa [9]. Las áreas de proyectos avanzados incluyen una alta capacidad, soporte para multimedia y sofisticados procesamientos sobre esta plataforma, específicamente diseñados para soportar ATM.

ATM sobre satélite marca el inicio de COMSAT, que aparece como líder en servicios satelitales en los Estados Unidos. En Europa el programa RACE ha difundido el Proyecto Catalyst, que provee servicios de interconexión regional ATM. Con esto se pone de manifiesto la eficiencia de

ATM sobre satélite que tiene un desempeño cercano a las redes terrestres, excepto por el retraso de propagación.

### **2.8.1 BENEFICIOS DE ATM POR SATÉLITE.**

ATM sobre satélites geoestacionarios (satélites que se encuentra a 36,000 Km. de la tierra y que tienen una visión de aproximadamente la mitad de la superficie terrestre), provee servicios en áreas geográficamente dispersas, donde una propuesta económica con enlaces de fibra óptica no es viable. Así ATM sobre satélite habilita el servicio mundial cerca de lo ubicuo, donde las áreas remotas pueden esperar años para instalarles cable de fibra óptica. ATM provee un rápido desarrollo alternativo, donde inicialmente la velocidad de ATM corría en el rango DS1 hasta DS3. El servicio ATM puede ser regularmente ofrecido sobre estaciones terrestres existentes de Terminal de Apertura Muy Pequeña (VSAT).

## **2.9 APLICACIÓN DE ATM / AAL2 COMO UNA TECNOLOGÍA DE CONMUTACIÓN EN REDES DE ACCESO MÓVIL DE TERCERA GENERACIÓN.**

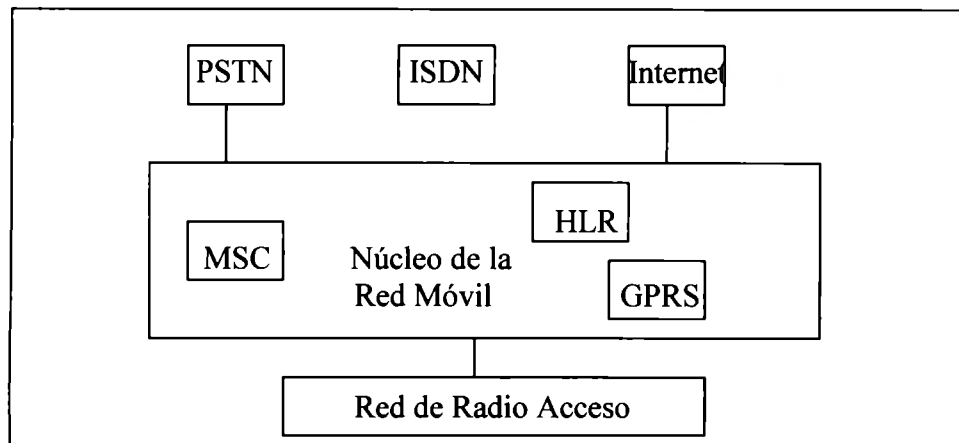
El acceso móvil de las redes que soportan tasas bajas de bits el tráfico sensitivo al retraso que consta de paquetes cortos, la estandarización de la nueva capa de aplicación AAL2 de ATM y la asociación necesaria al protocolo de señalización. El protocolo AAL2 ha sido diseñado para soportar tasas bajas de bits, servicios sensibles al retraso (típicamente compresión de voz) donde otras capas de aplicación fallan en el envío de la requerida QoS y el mantenimiento eficiente de la fuente de utilización.

En redes móviles basadas en W-CDMA, tal como UMTS o IMT-2000, se tiene una fuerte demanda de conexión rápida y su liberación. Por lo tanto, cuando se diseñan redes de acceso celular basadas en ATM, alguna arquitectura específica y administración de tráfico necesita ser direccionada.

Los sistemas móviles de tercera generación que proveerán acceso global multimedia a usuarios móviles. Tanto el concepto referido como Sistema de Telecomunicación Móvil Universal (UMTS) en Europa y Telecomunicaciones Móviles Internacionales en el año 2000 (IMT-2000) incluyen a nivel global accesos de alta calidad a servicios multimedia, que han evolucionado de los sistemas móviles de segunda generación como un componente clave. La estandarización de este nuevo sistema es llevada principalmente por el Grupo de Estudio (SG) de la Unión Internacional – Sector de Estandarización de Telecomunicaciones (ITU-T), por el Grupo Móvil Especial (SMG) del Instituto Europeo de Telecomunicaciones Estándares (ETSI) y el grupo de Aspectos de Red (NA). Sin embargo otras organizaciones (como la Fuerza de Trabajo UMTS) también están involucradas [10, 11].

Muchas de estas iniciativas acuerdan que la tercera generación de sistemas móviles debe integrar servicios multimedia, sistemas móviles actuales de segunda generación y redes del Protocolo de Control de Transmisión/del Protocolo Internet (TCP/IP). Generalmente es asumido que el modo transferencia asíncrona (ATM) debe servir como infraestructura de transporte de la red en las redes de acceso [10, 12, 13] y varios autores propusieron que la tecnología de interfase aérea

apropiada es de acceso múltiple por división de código de banda ancha (W-CDMA) [14]. La vista de la arquitectura esquemática del sistema es asumida por muchas publicaciones y cuerpos de estandarización, como se ilustra en la figura 2.7.



**Figura 2.7 Arquitectura UMTS**

El concepto fundamental de UMTS/IMT-2000 es la separación de la funcionalidad de acceso del núcleo de funcionalidad de la red. El acceso a la red provee un núcleo de red de tecnología independiente de la tecnología de acceso para terminales móviles (MT) de todos los núcleos y servicios de la red como se muestra en la figura 2.7. Una red de núcleo UMTS puede ser el Sistema Global para Comunicaciones Móviles basadas en (GSM) que proveen acceso a la red digital de servicios integrados / red telefónica pública conmutada (ISDN / PSTN) de redes y servicios. Otra parte del núcleo de la red UMTS puede estar basado en la Red General de Radio Paquetes (GPRS) que provee el acceso de conmutación de paquetes a Internet u otras redes de paquetes basadas en IP [15].

Los organismos de estandarización trabajaron en la estandarización de la interfase en el acceso y el núcleo de las redes generalmente referidas como la interfase  $I_u$  [10, 11]. Este arreglo permite el acceso a la red y meter todos los accesos de tecnología dependiente, así como las funciones de movilidad del núcleo de la red considerando la tecnología de acceso, ETSI ha seleccionado el concepto  $\alpha$  para la banda dual (1920-1980 MHz, 2110-2170 MHz), que está basada en la tecnología W-CDMA [16].

Considerando la alta penetración y rápida proliferación de la telefonía móvil, así como el incremento de la popularidad de Internet, han ocasionado que el tráfico producido sea similar, a la mayoría del tráfico existente, al menos en las etapas iniciales de los sistemas móviles de tercera generación, que consisten principalmente de voz y accesos a Internet. Estos servicios, también han sido soportados por los sistemas de la segunda generación, muchos de los sistemas de la tercera generación han sido puestos en ambientes mucho más complejos y heterogéneos y en una gran escala. En este ambiente no se puede considerar la red de transporte celular como una “de-menor-pérdida” en la transparencia del canal de tráfico. Se necesita, regularmente, un plan para el servicio de voz (propiamente dimensionado) la administración del tráfico (TM) y herramientas de administración de recursos (RM). La administración de tráfico en el ambiente ATM es crítica y permite una red de alta transmisión y utilización, que esta protegiendo la interfase aérea de un

desbordamiento. Note que TM / RM en el ambiente ATM es ligeramente diferente del TM / RM de las redes móviles de segunda generación, donde las redes de transmisión están generalmente en modo de transferencia síncrona basadas en (STM). En particular, el acceso a la red debe estar disponible para soportar una entrega, que es la funcionalidad de entrega suave (SHO), que requiere la capacidad de configuración de conexión rápida y de arranque [17]. Estos requerimientos básicos junto con los requerimientos de QoS para el plan de usuario han manejado el desarrollo de la nueva capa de adaptación ATM y de su señalización asociada, así como los procedimientos de conmutación. Esta capa de adaptación es referida como la capa de adaptación ATM tipo 2 (AAL2) [18]. En esta parte se explica el proceso de desarrollo con una atención especial puesta en los esfuerzos de estandarización dentro de la ITU-T. Es importante notar que ATM ha sido aplicada solo dentro de las redes de radio acceso y que la ATM y los protocolos AAL2 son terminados en las estaciones de radio base (BS). Consecuentemente, las capas ATM / AAL” no están presentes en la MT.

Debido a recientes y continuos esfuerzos de estandarización regional y global, y a los procesos de investigación, existe un amplio consenso de los aspectos básicos de la arquitectura de los sistemas móviles de la tercera generación [19]. A continuación se tiene un enfoque de los diferentes aspectos de las redes de acceso UMTS / IMT-2000 como punto de partida y se argumentan las ventajas de aplicar ATM como una tecnología de conmutación y multiplexión.

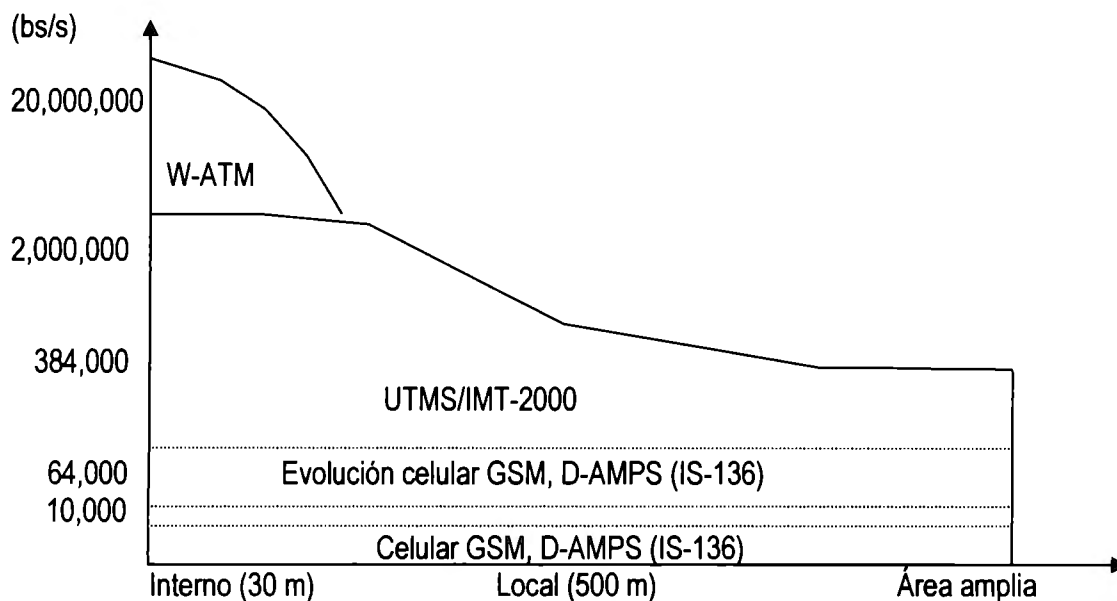
### **2.9.1 ARQUITECTURA UMTS E IMT-2000.**

El estándar UMTS / IMT-2000, se baso en la demanda del usuario de nuevas características y capacidades, que requiere del incremento del ancho de banda y la cobertura de los sistemas de la segunda generación. Estas características y posibilidades incluyen:

- Soporte eficiente para tasas deterministas de bits como los tipos de servicios con tasas estáticas de bits.
- Accesos de banda ancha sin restricción a Internet / Intranet.
- Posibilidad de comunicación multimedia.
- Capacidad y posibilidad de servir a la población entera con cobertura global sin límites de alcance.
- Flexibilidad de radio recursos para múltiples redes y tipos de tráfico.
- Capacidad de radio transporte arriba de 2 Mbps (cobertura de área amplia).
- Bajo costo de servicios y terminales.
- Flexibilidad para introducir nuevos servicios y posibilidades técnicas.

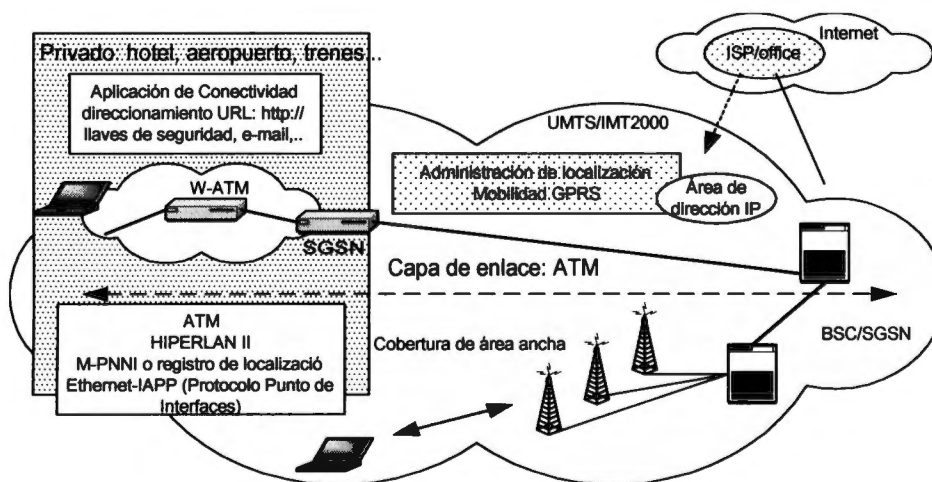
En términos de cobertura contra ancho de banda, la siguiente figura provee una revisión de las tecnologías con que se cuenta.





**Figura 2.8 Cobertura contra ancho de banda de sistemas inalámbricos**

En la figura 2.8 se aprecia el límite del rango de los servicios existentes GSM, que ofrecen tasas de datos arriba de 9.6 Kbps. Dentro del marco GSM, el GPRS habilita servicios de altas tasas de bits arriba de los 170 Kbps, que pueden ser asignados de acuerdo a la demanda actual del usuario [20]. UMTS / IMT-2000 usando W-CDMA con una cobertura total a 384 Kbps y arriba de 2 Mbps en comunicaciones de rango cerrado. Las tecnologías ATM Inalámbrica (W-ATM), LAN Inalámbrica e IP Inalámbrico (W-IP) deben propiciar el incremento del servicio de UMTS / IMT-2000 arriba de los 20 Mbps en ambientes internos, tales como oficinas y edificios públicos. La vista del servicio ofrecido y su operación es sintetizada en la figura 2.9.



**Figura 2.9 Vista de operación celular de UMTS / IMT-2000.**

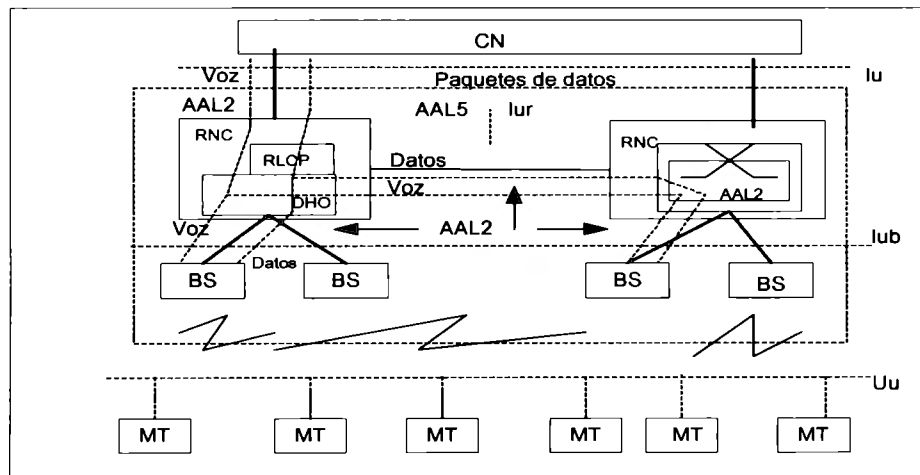
En esta ilustración, el acceso a la red UMTS/ IMT-2000 provee una cobertura de área amplia que asegura el acceso a Internet y a los servicios PSTN / ISDN.

La UMTS / IMT-2000 no provee servicios de banda estrecha y de banda ancha, para cubrir un área amplia global (2Mbps). Por lo tanto, se puede imaginar un escenario donde regularmente los servicios de altas tasas de bits, son posibles para las tecnologías de área local, como WATM y WIP. En orden de acceder estos servicios de altas tasas de bits, en sitios candentes, tales como aeropuertos y centros comerciales, los usuarios tienen la necesidad de contar con terminales de puertos duales que les permitan el acceso a WATM / WIP y WCDMA dentro del concepto UMTS / IMT2000. Los operadores del servicio celular perciben a UMTS, como una combinación del núcleo de la tecnología de radio acceso que está disponible a extender el valor de su investigación, proyectando una trayectoria evolutiva de GSM [10, 11, 16]. Por lo tanto la transferencia y el ruteo de paquetes dentro de la red de acceso UMTS / IMT-2000, puede ser soportada por la definición de nuevos nodos de red lógicos, llamados nodos de soporte GPRS, inherentes a la GSM fase 2 y al Servicio estándar General de Radio Paquetes.

### 2.9.2 APLICANDO ATM EN UMTS E IMT-2000

Como los estándares para UMTS / IMT-2000 evolucionan dentro de ETSI y ITU, el uso de WCDMA para la interfaz aérea a ganando una amplia aceptación. A partir de que ATM puede soportar eficientemente tráfico heterogéneo, tal como servicios multimedia de alta velocidad en una red fija, este es considerado el compañero ideal de CDMA en la parte de acceso a la infraestructura móvil. En particular se propone la aplicación de ATM en redes de acceso [12] y se analiza la eficiencia de algunas acciones TM en un ambiente ATM / W-CDMA [11]. Sin embargo, ATM sola es ineficiente para transportar tasas bajas de bits móviles de ondas de voz. Reconociendo esto, la nueva capa de adaptación ha sido estandarizada por ITU-T [21]. Los esfuerzos actuales animan a extender el estándar AAL2 al introducir capacidades de señalización y conmutación de la capa AAL2.

El acceso de la red celular con conmutación ATM / AAL2 se muestra en la figura 2.10.



**Figura 2.10 Aplicando ATM en el acceso de red UMTS / IMT-2000.**

En redes de acceso WCDMA los MT se comunican con la radio BS a través de la interfase Uu (parte baja en la figura). Una característica esencial de los sistemas WCDMA es el control de potencia que es necesario para permitir un nivel razonable de eficiencia en la práctica. Sin

embargo, el uso del control de potencia en lugar de propiciar un corrimiento en frecuencia en sistemas CDMA, hace necesario el uso de SHO, cuando el canal original y los nuevos canales ocupan la misma banda de frecuencia. Si se tiene SHO, la MT se comunica con más de una BS, como se aprecia en la figura 2.10.

En el acceso a la red celular, el controlador de la radio red (RNC) es asignado a la tarea de administración de radio recursos y control de entrega. Note que, como se puede apreciar en la figura 2.10, cuando se tiene SHO es posible que la MT se comunique con las BS pertenecientes a diferentes RNC. En este ejemplo se asume que uno de los RNC involucrados sirve como punto de sujeción, como el MS se mueve entre varios BS, este es llamado el nodo de servicio RNC (S-RNC). Cuando la MT se comunica con una BS una conexión AAL2 se establece del nodo S-RNC a la BS, donde la conexión AAL2 es terminada. Cuando en SHO, la MT se comunica con varias BS y las correspondientes extremidades son establecidas del nodo S-RNC al conjunto actualmente activo de BS. Tal estado de SHO puede demorar por un largo periodo de tiempo, dependiendo de la movilidad de los identificadores MT y del cambio de estado de los radio recursos. El estado SHO impone requerimientos específicos de QoS en las conexiones AAL2 que conectan al S-RNC responsable para la combinación de las extremidades y el conjunto activo de las BS. De la sincronización necesaria de radio nivel entre las extremidades SHO, estas conexiones AAL2 son requeridas para reunir el retraso estricto y los requerimientos nerviosos. Esta es una tarea desafiante en la red ATM, a partir de la capacidad de transmisión sobre las interfaces  $I_{ub}$  y  $I_{ur}$ , que es cara y consecuentemente esto es requerido para la utilización que permita un alto  $I_{ub}$ . Los principales papeles del nodo S-RNC en las redes de acceso WCDMA se pueden sintetizar como sigue:

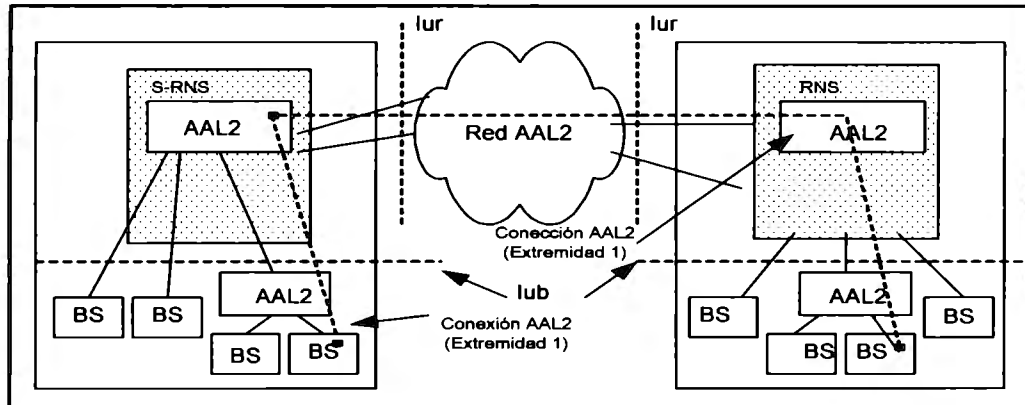
- Los controles S-RNC seleccionan y deselectan la BS en el conjunto activo.
- El nodo S-RNC establece y libera las extremidades SHO de las BS en el conjunto activo, y ejecuta la división de las ondas que llegan de datos y combina las ondas de datos que salen.
- El control SRNC (asigna y libera) transmisiones y radio recursos, tales como los requerimientos de retraso entre el S-RNC y los BS, y entre los BS y MT reunidos. Esto incluye la selección apropiada del canal de radio y la selección de su ancho de banda.  
Sintetizando, se tienen cuatro aplicaciones importantes del diseño de la red de transmisión SHO en WCDMA.

Es algo digno de mencionar, que estos requerimientos son impuestos por aplicaciones de voz y datos donde se soporta SHO:

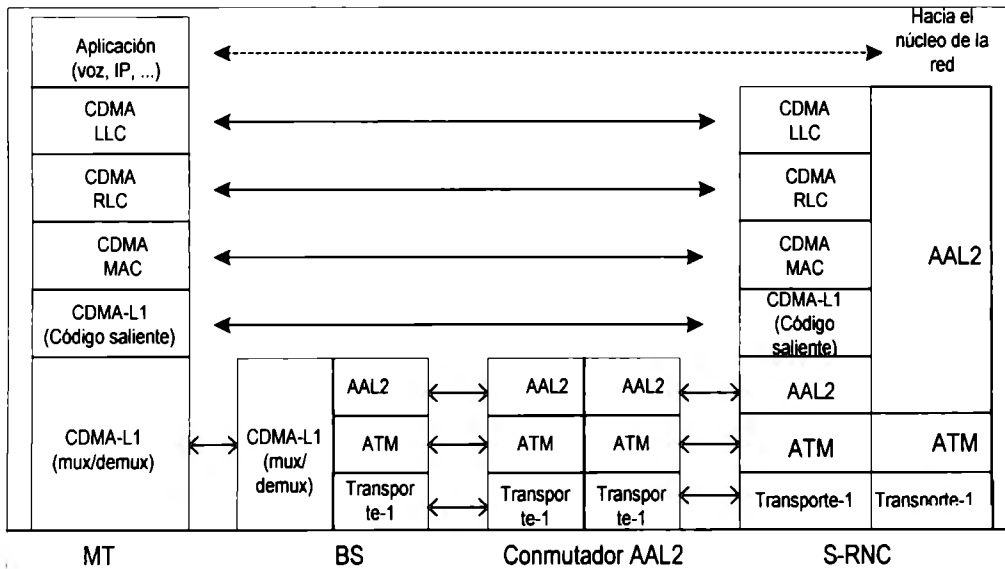
- En una red de acceso general, es necesario establecer las trayectorias de transmisión partiendo de cualquier RNC a una BS arbitraria o RNC. Esto ocasiona que los RCN estén disponibles para conmutar conexiones AAL2.
- Para que el SHO pueda trabajar sin frontera para el usuario, la trayectoria de transmisión debe ser establecida rápidamente (por ejemplo en un tiempo de 100 ms o menos).
- Debido a la sincronización entre las extremidades del SHO inherentes en CDMA, se tiene un retraso estricto y un requerimiento de retraso “jitter” común a todas las extremidades SHO, considerado en la aplicación de datos del usuario que es transportada actualmente.
- Paquetes grandes de datos han sido segmentados para permitir intercalado con paquetes cortos de tiempo crítico.

Estos requerimientos se aplican a una red de acceso orientada a conexión con un control estricto de QoS. La tecnología que reúne estos requerimientos es ATM junto con AAL2. Note que S-RNC en turno puede ser conectada a diferentes núcleos de redes y a partir de los requerimientos que no son impuestos en la interfase I<sub>u</sub>, otro criterio puede ser usado para seleccionar la tecnología de transmisión para cada aplicación. Por ejemplo, AAL2 es preferida para tráfico de datos IP, mientras que AAL2 es preferida para servicios como voz.

Se cree que el diseño de la red de acceso celular constituye el más importante y conducente requerimiento para conmutación AAL2. En esta perspectiva, el papel general de una red AAL2 y su protocolo de pila asociado, esta representado en las figuras 2.11 y 2.12.



**Figura 2.11 El papel de AAL2 conmutado en UMTS/IMT - 2000**



**Figura 2.12 El papel de AAL2 conmutado – del plano de la pila de usuario**

Estas figuras enfatizan que el protocolo de señalización y la capa AAL2 de conmutación, no intentan alcanzar al usuario de escritorio y por lo tanto no es necesario definir una interfase general de usuario para AAL2. La red AAL2 debe ser diseñada de tal forma que sirva como nodo de acceso para la tecnología celular de interconexión. Específicamente, esto permitirá un transporte eficiente de paquetes cortos de voz con soporte SHO. Estas consideraciones dejan un

conjunto específico de requerimientos impuestos por el nuevo protocolo de señalización AAL2, que se detalla en el siguiente inciso.

### **2.9.3 EL NUEVO PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN AAL2 ITU-T Q.2630.1**

La extensión de AAL2 conmutada de ATM es la tecnología más razonable de transporte de las redes de acceso móvil de tercera generación. Sin embargo es necesario, un nuevo protocolo de señalización (Q.2360.1, formalmente Q.AAL2) que sea capaz de establecer y liberar conexiones AAL2 en demanda punto a punto. El protocolo de señalización aplicable a la tercera generación de redes de acceso móviles, ha sido diseñado para reunir los siguientes requerimientos como define la ITU-T:

- Provee mecanismos para el establecimiento y clarificación de conexiones punto a punto AAL2, en una red AAL2, que comprime puntos finales AAL2 y puntos conmutados AAL2.
- Soporte de ruteo de salto en salto.
- Estar disponible para controlar conexiones AAL2 y más de un canal virtual de conexión ATM (VCC), que puede ser una conexión permanente o conmutada ATM (VCC).
- Ser independiente de la pila del protocolo de señalización remarcado.
- Incluir un mecanismo que habilite extensiones “sin frontera” del protocolo en el futuro.
- Soportar transferencias transparentes del servidor que genera información del usuario, entre los puntos finales origen y destino AAL2.
- Ser un protocolo simétrico, lo que significa que las entidades interconectadas por el protocolo tienen la misma capacidad para controlar conexiones AAL2.

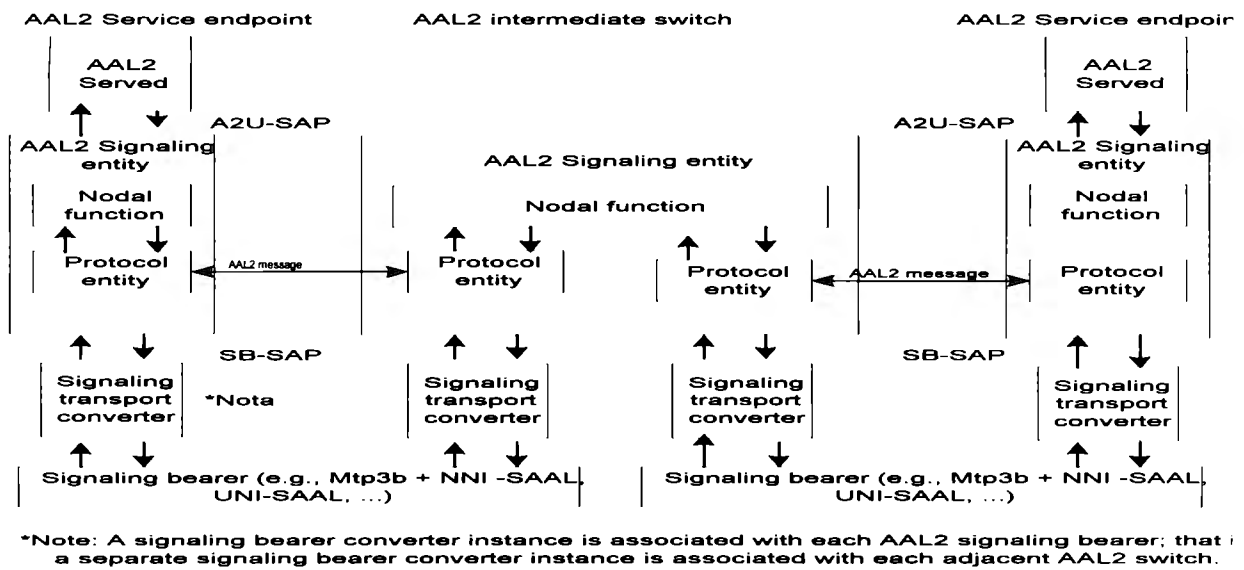
Cuando diseñamos un protocolo que cumple con los requerimientos anteriores, uno de los principales aciertos ha sido permitir el establecimiento de conexiones muy rápidas AAL2, como se requieren para soportar SHO.

### **2.9.4 EL PROTOCOLO DE SEÑALIZACIÓN AAL2.**

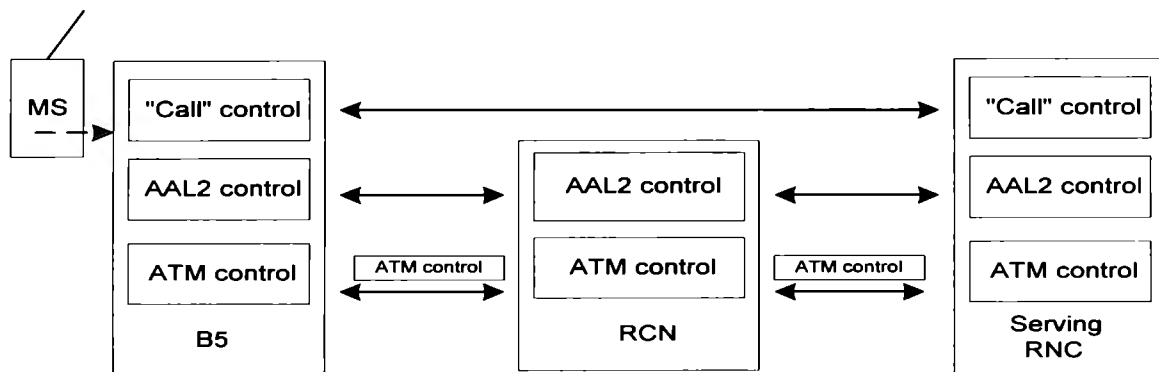
Como se muestra en las figuras 2.13 y 2.14 el protocolo de señalización AAL2 está estrictamente limitado a controlar la capa AAL2. Este es un nuevo protocolo separado, no es una extensión del protocolo existente de señalización ATM. Esta aproximación incrementa la velocidad de AAL2 de la conexión establecida, porque ATM es solo un intermediario que conmuta, que no retrasa el proceso por un almacenamiento y envío de los mensajes del protocolo de señalización AAL2. Por lo tanto, las redes de conmutación de “solo AAL2” pueden ser desplegadas, sin tener que tratar con el establecimiento de un VCC ATM, que consume “tiempo de procesador”. Otro beneficio de las conexiones conmutadas AAL2, pueden ser el establecimiento de un tope de cualquier consideración de los protocolos de red ATM usados para la ejecución de conexiones de nivel ATM. Las conexiones de nivel ATM pueden ser vistas como conexiones virtuales permanentes, o conexiones establecidas dinámicas usando cualquier protocolo de señalización ATM existente. por ejemplo la parte de usuario ITU-T de Banda Ancha ISDN (B-ISUP), Interfase del foro Privado Red – Red (PNNI), ITU-T Q.2931 o la Interfase del foro ATM Red – Usuario (UNI). Una consecuencia importante de la separación del protocolo de señalización AAL2 de la señalización ATM es que la red AAL2 puede desarrollar su propio plan de señalización y ruteo, que permite que múltiples redes cubiertas puedan operar con AAL2 en la parte remota de una red

simple ATM. El direccionamiento puede ser cambiado en cualquiera de las redes sin degradar la eficiencia del ruteo de los demás.

La independencia mutua entre AAL2 y ATM es crucial cuando el operador de la red ATM y AAL2 no son de la misma organización, partiendo de que ambas partes se pueden encargar del direccionamiento dentro de su propia red. Como ejemplo tenemos las redes móviles de tercera generación que rentan la conexión subrayada ATM de un proveedor de servicio ATM. La figura (2.14) muestra que el protocolo de señalización AAL2 está separado de la señalización de radio y de la llamada relacionada UMTS. El manejo de la llamada y el recurso de radio se realiza en las capas cercanas al AAL2, que ayudan a tomar el protocolo de una forma simple y rápida. También habilitan al nuevo protocolo para ser aplicado en diferentes escenarios como, una conexión del protocolo de control, bajo la supervisión de una aplicación específica del protocolo de control.



**Figura 2.13** Arquitectura de referencia del protocolo de señalización AAL2



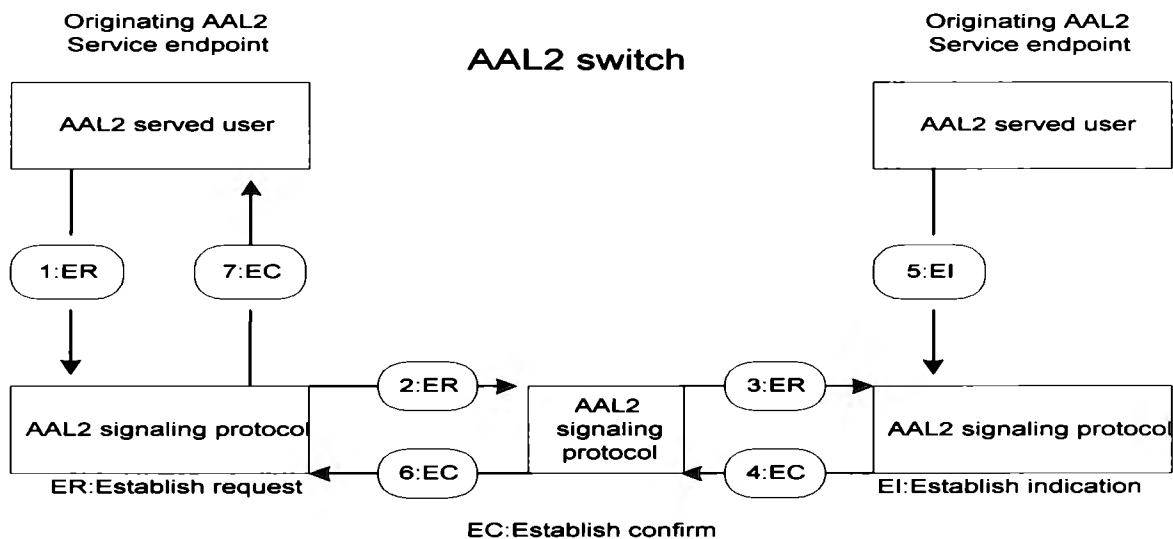
**Figura 2.14** UMTS en un radio acceso de red terrestre

Como se describe en la figura 2.13, el protocolo de señalización es independiente de la pila del protocolo y releva los servicios de los convertidores de señalización de transporte. Describiendo

el concepto en alto nivel, el convertidor de señalización de transporte provee un conjunto de primitivas genéricas que son usadas por el protocolo de señalización cuando intercambia mensajes de señalización con entidades de señalización semejantes y recibe información acerca de las condiciones en la red de señalización. El convertidor es responsable de trasladar las primitivas genéricas, en primitivas ofrecidas por la señalización del protocolo de transporte y viceversa. Para esconder todas las diferencias entre los servicios de la señalización de transporte del protocolo. Se puede monitorear la disponibilidad de las entidades remotas de señalización y los enlaces de señalización en la red. El convertidor de transporte puede implantar segmentación y reensamblado o una secuencia numérica y servicio de retransmisión, dependiendo de los requerimientos impuestos por la capa subrayada que se intenta usar como la señalización de transporte, por abajo del protocolo de señalización AAL2.

Esta característica es muy exitosa en las redes de radio acceso de tercera generación, donde las capacidades del sistema de señalización No. 7 (SS7) son necesarias en el RCN para llevar radio UMTS y señalización de llamada relacionada, pero que no esta presente en la BS. La red SS7 puede ser reutilizada para llevar los mensajes del protocolo de señalización AAL2 sobre la interfase  $I_{ur}$  y el enlace de señalización AAL2 puede ser usado sobre  $I_{ub}$ , que elimina la necesidad de administrar dos redes para señalización.

Evidentemente, la funcionalidad más impactante del protocolo de señalización AAL2 es el establecer y liberar conexiones punto a punto AAL2, como respuesta a los usuarios del servidor AAL2. El servidor de usuarios AAL2 en redes UMTS es la administración del recurso de radio y la entidad de control de envío. Como se describió en la sección 2.9.2 el establecimiento y liberación de conexiones AAL2, se da cuando las extremidades SHO son establecidas y liberadas. La figura 2.15 describe la secuencia de primitivas y mensajes del protocolo usado para establecer una nueva conexión, es digno de comentarse que el protocolo de señalización AAL2, en el establecimiento de servicios destino y puentes de reconocimiento de conexión (paso 4: ESTABLECIMIENTO CONFIRMACIÓN) informa al servidor de usuarios de las nuevas conexiones que llegan (paso 5: INDICACIÓN DE ESTABLECIMIENTO). Este método contribuye a disminuir y predecir los retrasos de conexiones establecidas AAL2. No pregunta al servidor del AAL2 antes de aceptar la conexión, esto no causa problemas porque el servidor de usuarios puede ser coordinado propiamente por la funcionalidad de capa superior.



**Figura 2.15** Secuencia de primitivas y mensajes del protocolo en el establecimiento de una conexión

Lo principal de tal funcionalidad es la administración del recurso de radio y control de envío en redes UMTS. El protocolo lleva un parámetro llamado Referencia Generada por el Servidor del Usuario en el mensaje de Establecer Petición. En un UMTS BS, el servidor del usuario AAL2 usa esta información para mapeo de la conexión que llega a AAL2, con el correspondiente canal de radio que lleva la información hacia la MT.

## **2.10 ACCESO LOCAL DE BANDA ANCHA: LAN INALÁMBRICA Y ATM INALÁMBRICA.**

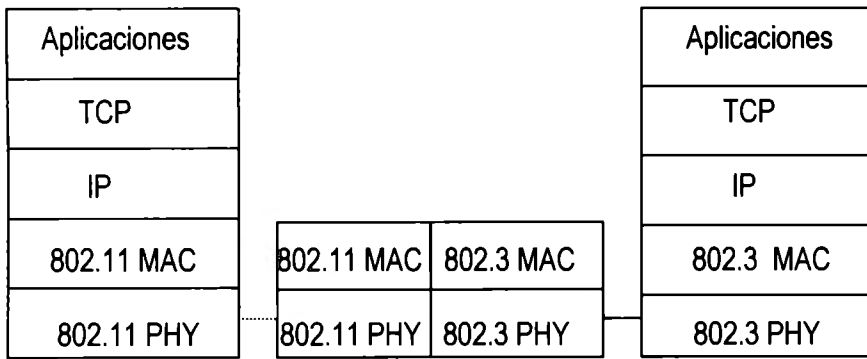
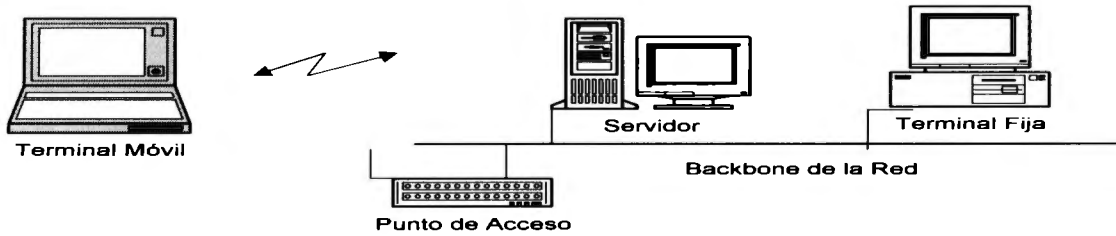
Sí bien las redes de área local inalámbricas (WLAN) y las de modo de transferencia asíncrono inalámbrico (WATM) proveen un acceso local de banda ancha inalámbrico (WWLA), existen diferencias entre ellas. WLAN es una tecnología madura con productos disponibles en el mercado, mientras que WATM es una tecnología en evolución que no ha sido probada en el mercado. WATM es percibida como un servicio ofrecido por una compañía operativa. Este tipo de redes son consideradas como productos fabricados para uso privado. Las WLAN proveen acceso a aplicaciones heredadas. En WATM se espera proveer conectividad ATM punto a punto y calidad en el servicio (QoS) en canales inalámbricos. Más adelante se tratan estos usos a detalle y se presenta una revisión de las actividades globales de WWLA.

Se esta en una era en la cual la industria WWLA. Después de una década de autorrealización de la misma, los puentes WLAN e ínter – LAN están encontrando su posición en los mercados tales como cuidado de la salud, manufactura, finanzas y educacionales. De acuerdo a un reporte que se presento en enero de 1997 [22] del mercado inalámbrico de hardware de los Estados Unidos, en el año de 1996, tuvo un gasto de 390 millones de dólares, de los cuales 218 se destinaron a redes WLAN. El estándar IEEE 802.11 para WLAN ha sobresalido como una norma madura que presentó una tecnología bien definida, que se adoptó por los fabricantes y es aceptada por los usuarios. Varios conjuntos de aplicaciones se han desarrollado de acuerdo al estándar IEEE 802.11, dando lugar a software creativo, de fácil uso que permite desarrollar nuevas aplicaciones que permitan expandir el mercado. El Instituto Europeo de Telecomunicaciones y Estándares (ETSI) grupo RES-10, ha definido otra alternativa tecnológica llamada Alta – Eficiencia de Radio LAN versión 1 (HIPERLAN I), que esta primariamente enfocada en aplicaciones de redes a la medida que soporten altas tasas de datos. Investigaciones más recientes, acerca de ATM inalámbrica se han expandido de manera adecuada, habilitando a numerosas compañías a examinar lo apropiado de esta tecnología u otra alternativa, para estandarizar a WWLA.

El éxito del mercado para redes WLAN que operan en las bandas industrial, científica y médica sin licencia (ISM), han determinado la necesidad de nuevas bandas sin licencia. La demanda continúa de la industria WWLA, para el otorgamiento de nuevas bandas sin licencia en un espectro útil, (iniciado por WINForum) dieron como resultado la liberación de una banda a 20 MHz, alrededor de 1.9 GHz, para aplicaciones asíncronas, así como síncronas en el año de 1994 y la banda de 300 MHz primaria libre y en año de 1997 se liberó para 5 GHz, que se conocen como bandas U–NII (infraestructura nacional de información sin licencia) formalmente llamadas SUPERNet. Por otro lado, el panel Europeo de servicio celular de tercera generación y los Servicios de Telecomunicaciones Universales Móviles (UMTS), están considerando servicios inalámbricos de redes conmutadas de paquetes como las de clase D. Bajo esta investigación orquestada ACTS (de Servicios Tecnológicos Avanzados de Comunicaciones), el MEDIAN, WAND, SAMBA y proyectos AWACS, están direccionando servicios WWLA. Los japoneses

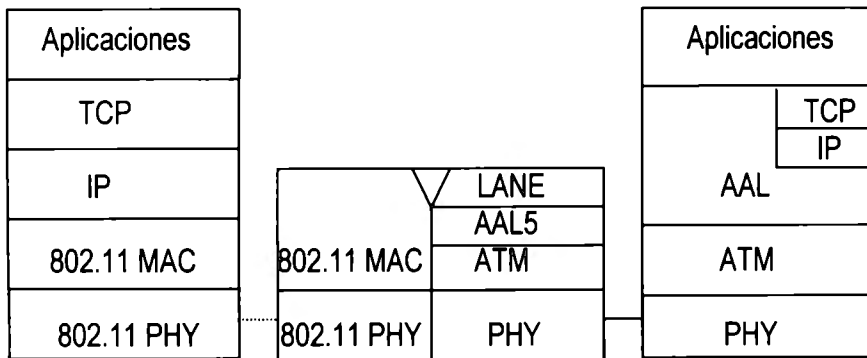


por su parte están empeñados en el desarrollo de su propia tecnología WWLA y al mismo tiempo varias compañías japonesas están desarrollando productos WLAN para el mercado Americano. El acceso inalámbrico no puede ser discutido sin considerar los usos relacionados con el backbone. Existen cuatro opciones para interconectar dos interfaces aéreas, WLAN y WATM a dos backbones heredados LAN, las redes LAN heredadas que evolucionan hacia redes ATM, WLAN – LAN, WATM –ATM, WLAN –ATM y WATM – LAN. La figura 2.16 muestra la pila de los protocolos necesarios para las respectivas implantaciones de estas técnicas de interconexión.

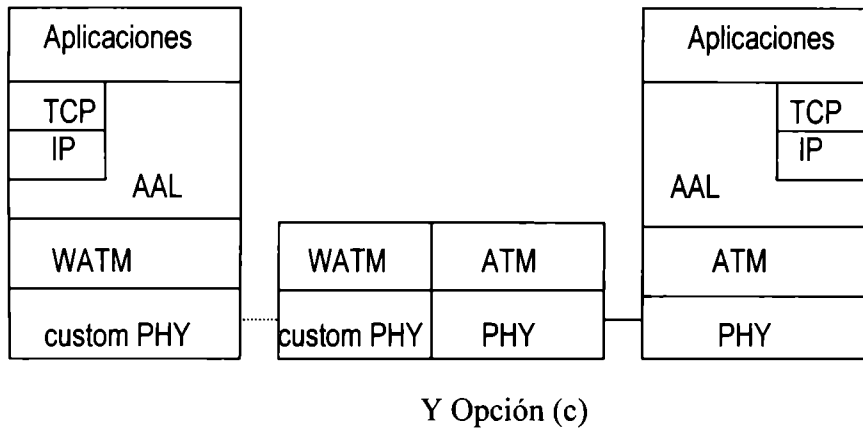


(a)

la Opción (a) es direccionada por la comunidad IEEE 802.11



Opción (b)



**Figura 2.16 Conexión de una WLAN al backbone (figuras a, b y c)**

Las opciones (b) y (c) de la figura 2.16 son consideradas en la comunidad WATM. La consideración (b) presenta más “overhead”, es cara y es menos escalable. En esta etapa, la técnica es considerada una solución intermedia para migración y prueba de conceptos [23]. La cuarta opción WATM-LAN no está bajo consideración del todo, porque su interfase aérea WATM asume que el backbone de la red emplea conmutadores ATM. Por lo tanto, quedan dos opciones WATM-ATM y WLAN-LAN, que serán consideradas posteriormente como WATM y WLAN simplemente.

### 2.10.1 ESCENARIOS DE SERVICIO

El éxito de las redes WLAN y WATM depende de la disponibilidad de la correspondiente infraestructura del backbone alámbrado y la evolución de las aplicaciones de software. El backbone de la red alámbrada consiste de un gran transporte y de los backbones locales. En un momento dado se asume que los backbones de redes de gran transporte van a emplear como medio a ATM y que ATM será el backbone de la tercera generación de redes de telecomunicaciones inalámbricas. De cualquier manera se está generando una batalla entre backbones basados en conexión ATM y backbones LAN heredados basados en contención. Si el backbone de la red usa ATM, sólo para gran transporte y las redes de tecnología LAN heredadas se usan para acceso local, o si se tendrán redes punto a punto ATM alámbradas, estos serán los factores que decidirán el éxito de las redes WLAN o WATM. La batalla entre ATM y Gigabit Ethernet quedó resuelta en el acceso de área local [24], con una predicción acertada de la dirección de esta guerra, con el mercado se inclinó fuertemente por Gigabit Ethernet y 10Gigabit Ethernet por su facilidad y fácil migración.

Los escenarios para WWLA pueden ser categorizados en redes privadas locales, puntos de acceso universal residencial y accesos nómadas para lugares públicos [25]. El mercado actual de WWLA es para equipo inalámbrico de oficina, que usa el protocolo de transmisión (TCP/IP) en aplicaciones basadas en redes WLAN. La tecnología WLAN provee accesos de redes LAN heredadas que soportan aplicaciones sobre TCP/IP con un “overhead” mínimo. En general ATM ha demostrado que es ineficiente para soportar aplicaciones TCP/IP heredadas [26, 27]. El backbone local de ATM es más apropiado para aplicaciones multimedia, que soportan una variedad de categorías de tráfico, con QoS negociable. Con el uso de RSVP (Protocolo de Reservación de Recursos) para aplicaciones TCP/IP, el backbone local heredado puede contar con una QoS en aplicaciones multimedia [28]. Aplicaciones potenciales inalámbricas en el hogar

incluyen acceso de banda ancha universal con una variedad de servicios, tales como telefonía inalámbrica, acceso a Internet y posicionamiento flexible de sistemas de audio. La tecnología WLAN puede soportar todas estas aplicaciones, pero WATM podría ser más apropiada para aplicaciones telefónicas inalámbricas que pueden generar mucho tráfico inalámbrico residencial. El acceso público nómada otra vez depende de la disponibilidad del backbone de la red. Si las redes ATM están disponibles en muchos lugares públicos, entonces puede ser fácil proveer una política de tráfico con mecanismos de carga usando WATM. En el caso de la disponibilidad de backbones alambreados LAN heredados, la tecnología WLAN puede proveer mecanismos de carga.

## **2.10.2 MERCADO Y PRODUCTOS.**

Uno de los propósitos en la industria WLAN es expandir el mercado. Esto ha sido posible promocionando aplicaciones privadas propietarias de WLAN, tales como redes de campus – un mercado para tarjetas PCMCIA y accesos puntuales en grandes cantidades. Un servicio más visionario de los proveedores, fue promover aplicaciones nómadas WWLA en lugares públicos, como aeropuertos que permitan nuevas fuentes de servicios. Los productos WLAN existen en el mercado, se esperaba que los servicios WATM aparecieran en el año (2000), pero no fue así, el mercado empujo fuerte por el lado de redes 802.11.

En el pasado la industria WLAN tuvo problemas para predecir el desarrollo del mercado. En el año de 1990 aparece la primera generación de productos WLAN. Estos productos tenían un consumo eléctrico de 20 Watts, que no es apropiado para equipo portátil como Laptops, como una alternativa en redes LAN que evitaba el cableado coaxial y los reacomodos necesarios de equipo. Se pensaba que las redes WLAN podrían capturar de un 10 a un 15 % del mercado de cable coaxial LAN, sin embargo la realidad fue que las redes WLAN consiguieron de 0.5 a 2 billones de dólares en ventas a mediados de 1990. Además, en ese momento aparecen los cableados de par trenzado que superan los problemas del cable coaxial, lo que no permite que WLAN consiga sus predicciones de mercado.

La segunda generación de la industria WLAN evolucionó en dos direcciones. Un grupo desarrolla la tarjeta PCMCIA WLAN para laptops, que direcciona la necesidad de movilidad local y sus aplicaciones relacionadas. El otro grupo adiciona antenas direccionales de la primera generación tipo “caja de zapatos” WLAN, y comercializa dichos productos como puentes inter – LAN para aplicaciones exteriores [29, 30, 31]. Los productos existentes WLAN disponibles para tarjetas PCMCIA son una consecuencia de la tecnología espectro disperso de secuencia directa (DSSS) o de la tecnología de salto de frecuencia de espectro disperso (FHSS) operando en bandas ISM. La tecnología difusa IR (infrarrojo) es usada para accesos nómadas en distancias cortas en aplicaciones, tales como accesos de Laptops a impresoras o en áreas específicas dentro de lugares como, un hospital, o como los departamentos de radiología, donde la señal usada no es animada. En adición a este conjunto de aplicaciones tecnológicas, otras tecnologías, tales como rayo directo IT (DBIR) y radio tradicional son usadas para aplicaciones de puente LAN. El tamaño del mercado para estos productos es bastante prometedor.

El mercado WLAN motivó cuatro categorías de aplicaciones [32], cuidado de la salud, fabricación de productos, bancos e instituciones educativas. En el mercado del cuidado de la salud, apoyando al equipo portátil como Laptops, Notebooks y terminales de mano, servicios especiales inalámbricos, tales como termómetros electrónicos y dispositivos de monitoreo de la presión sanguínea, que esperan la evolución de comunicaciones locales inalámbricas. Estos dispositivos son usados para proveer acceso móvil a bases de datos clínicas y farmacéuticas, para el médico. En el ambiente de fábricas, como un agregado de acceso a bases de datos y

actualización de artículos, las redes inalámbricas habilitan una rápida modificación de las líneas de ensamble y proveen un acceso instantáneo a la red, por ejemplo, el envío de camiones a las estaciones de suministro. En la industria bancaria, las redes WLAN facilitan extender la red a otras ramificaciones, de esta forma es posible actualizar sistemas sin interrumpir las operaciones bancarias, reorganizando y rearreglando ramificaciones y accesos a Internet. En el sector educativo las redes WLAN facilitan la distancia en los salones de clase para el aprendizaje y proveen acceso a Internet, facilidades computacionales y servidores de bases de datos de estudiantes que usan computadoras portátiles.

### **3. ADMINISTRACIÓN DE REDES**

Las tareas de la administración de una red incluyen la instalación y configuración de estaciones de trabajo o servidores, la creación y mantenimiento de cuentas de usuario, llevar a cabo respaldos periódicos del sistema, la distribución de software a través de las estaciones de trabajo y proveer soporte a los usuarios finales. El foro de redes (ISO, International Standards Organization) ha dividido las tareas de la administración de una red de cómputo en administración de fallas, de la configuración, de las cuentas, de la eficiencia y de la seguridad.

La administración de fallas es el proceso de localización y corrección de problemas de la red. Una falla se define como una anomalía que afecta la operación de la red. Las fallas más comunes pueden incluir la ruptura de un segmento de cableado, errores de discos o fallas de la memoria. El proceso de administración de fallas comienza cuando una falla presumible es reportada para lo cual se realiza un análisis del síntoma reportado y se determina el problema. Después que el problema es identificado y definido, la causa de la falla debe ser aislada del resto de la red y se debe tomar una acción correctiva rápida.

La administración de la configuración es el proceso de tomar información de la red y con estos datos administrar de manera óptima los dispositivos de la red. Las tareas más usuales de configuración incluyen asignación de direcciones de red a los dispositivos de la misma y el mantenimiento del inventario del equipo instalado en la red. La administración de la configuración es una función prerequisite de la administración de la eficiencia.

La administración de cuentas consiste en administrar el uso de los recursos de la red. Las tareas básicas de la administración de cuentas son la creación y mantenimiento de cuentas de usuarios, grupos de trabajo, asignación de los derechos de los mismos. También debe asegurarse que los recursos de la red estén disponibles a los usuarios de la red, documentación del uso de los recursos y también de la función de la administración de las cuentas.

En administración de la eficiencia se tratan las actividades asociadas con el mantenimiento y mejora de la velocidad de la red. Responsabilidad, flexibilidad y adaptabilidad, son el conjunto de funciones a considerar por la administración de la eficiencia. Lo anterior involucra pruebas de planeación, puesta a tono de la red y otros elementos que ayuden a mejorar la eficiencia de la red. Por último, la administración de la seguridad tiene que ver con el cuidado de la información almacenada en la red y lo que circula en ella, los sistemas en red manejan información compartida y accesos vía clave, lo cual puede provocar que buena cantidad de información pueda ser destruida. Los accesos no autorizados de personas ajenas a la red, los actos vandálicos internos y externos se deben evitar, con el fin de mantener la integridad de la información que se encuentra en la red.

#### **3.1 ADMINISTRACIÓN DE CONMUTADORES Y REDES RÁPIDAS ETHERNET**

El concepto de administración empresarial se puede dividir en tres componentes básicos, administración de redes, administración del escritorio y administración del negocio.

Mientras que la administración de la red ataca puntos que tienen que ver con la operación de la red la administración integral o empresarial incluye desde una interfaz de usuario hasta las diferentes herramientas que se pueden utilizar para administrar una red.

En la figura 3.1 se da una descripción gráfica del modelo de administración empresarial. La base en cuestión se compone de las aplicaciones que son usadas para administrar la empresa. Estas aplicaciones deben ser una interfaz consistente para el usuario final y preferiblemente un repositorio común de datos. Además, la interfaz debe ser intuitiva, amigable al usuario, de ayuda y consistente a través de las aplicaciones. Un repositorio común de datos es deseable para evitar la duplicación de datos y permitir el acceso a la información almacenada por todas las aplicaciones. Las áreas funcionales son realmente consistentes al número de disciplinas y funciones relacionadas a un ambiente de administración.

|             |   |                |
|-------------|---|----------------|
| Interfaz de | Áreas funcionales de administración de la red | Repositorio de |
| Usuario     | Aplicaciones de administración de la red      | Datos          |

**Figura 3.1 Modelo de Administración Empresarial.**

Existen diferentes modelos en la industria que describen las disciplinas o áreas funcionales de la administración empresarial. Diferentes personas usan diferentes términos para describir estas áreas funcionales, pero el tema es invariablemente similar. El marco que describe la administración empresarial se centra alrededor del modelo (Open Systems Interconnect) OSI FCAPS [33] de administración de áreas funcionales (MFAs). Otro es el System View de IBM, en el que se basan las aplicaciones de administración de redes de IBM. De hecho no existe una aplicación que cubra todas las disciplinas, pero la idea es contar con un conjunto de aplicaciones integradas con una interfaz gráfica para el usuario final.

### **3.1.1 ADMINISTRACIÓN DE LA RED.**

Este tipo de administración se define como la arquitectura de la administración de la red que ha estado en operación por mucho tiempo, especialmente en mundos completamente propietarios, tales como, Net View de IBM que maneja SNA, Accumaster de AT&T, DMA de DEC y Lucent NetCare [34]. Estos sistemas de administración se enfocan sólo a sus elementos específicos y no ofrecen facilidades para administrar ambientes heterogéneos. El advenimiento de SNMP [35] permitió a los administradores de red monitorear y administrar componentes de LAN y WAN de diferentes vendedores. En este punto, definimos SNMP y su importancia.

### **PROTOCOLO DE ADMINISTRACIÓN DE RED SIMPLE (SNMP)**

El primer estándar de la administración de redes se conoce como SNMP. Esta basado en el protocolo de red TCP/IP. El caballo de batalla de la especificación SNMP es la Base de Administración de Información (MIB) [36]. El MIB es una colección de información u objetos acerca del dispositivo administrado. Así, el término MIB puede ser usado para describir diferentes cosas, en este caso se usará para describir los datos actualmente almacenados en un dispositivo SNMP o la descripción de los datos. Estos objetos son estandarizados a través de las clases de dispositivos (en este caso, todos los ruteadores que soportan un MIB genérico) entonces

la estación administradora puede recuperar todos los objetos de información de varios dispositivos o propiciar la acción que tome lugar de un agente que manipule estos objetos. Uno podría regularmente cambiar la selección de configuración de un dispositivo usando este método. Con la inmersión de SNMP dentro de los dispositivos de comunicación, sistemas de administración multivendedor, tales, como el administrador SunNet SNMP, se puede administrar estos dispositivos desde un sitio central y ver la información de forma gráfica. Las distintas aplicaciones de SNMP disponibles actualmente corren en sistemas operativos como Windows 3.11, Windows 95, Windows NT y varias versiones de Unix. Muchos de los productos son diseñados para cubrir, redes relativamente grandes y correr en poderosas máquinas, que usan el sistema operativo Unix. Al lado del administrador SunNet, los sistemas de administración más populares, son el administrador de nodos de red HP Open View, NetView de IBM para AIX, Spectrum de Cabletron, y el administrador empresarial Solstice.

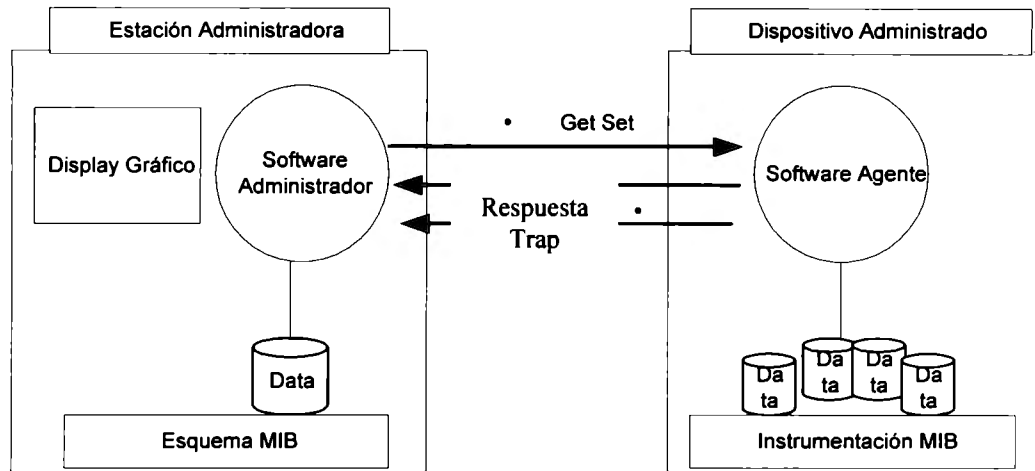
## **EL MODELO OPERACIONAL DEL SNMP**

El modelo operacional de SNMP esta basado en cuatro elementos la estación administradora, el agente administrador, el protocolo de administración de la red, y la base de información de administración. La estación de administración sirve como una herramienta de interfaz, que administra elementos de la red. Esta estación es generalmente independiente, pero podría ser parte de un sistema compartido multiusuario. Esta opción depende del ambiente y tamaño de la red. Se recomienda que se use en un sistema dedicado de administración de redes grandes. La estación de administración puede ofrecer una interfaz gráfica de usuario que es usada de monitor y control de la red, vía la tarjeta de interfaz de red (NIC).

## **PROTOCOLO SNMP**

El protocolo de administración de red usado para interconexión entre la estación de administración y los agentes es llamado actualmente simple network management protocol (SNMP). Se encuentra descrito en la figura 3.2 y tiene las siguientes funciones definidas:

- **Get** habilita a la estación a recuperar la información de los objetos administrados del agente.
- **Set** permite a la estación administradora seleccionar los valores de administración de objetos del agente.
- **Trap** es un mensaje no solicitado del agente a la estación administradora, que notifica a la estación administradora un evento importante.



**Figura 3.2 Principio de administración de una red**

## **DISPOSITIVO ADMINISTRADO SNMP**

Un dispositivo administrado cuenta con un agente que responde a las peticiones de información y peticiones de acciones de la estación administradora. Este agente también puede proveer a la estación administrada con información no solicitada, como significado de un “Trap”. Los dispositivos clave de una red, tales como concentradores, ruteadores, conmutadores y puentes, deben ser provistos de este agente administrador (frecuentemente referidos como un agente SNMP) para ser administrado vía la estación administradora SNMP.

## **SNMP INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN BASE (MIB)**

Existen tres formas de describir los objetos contenidos en un MIB. La estación administradora entiende y obtiene objetos en diferentes dispositivos, la representación de un recurso particular debe ser la misma en cada nodo. La estructura de administración de información (SMI), que es especificada en el RFC 1155, define el marco general dentro de cada MIB y puede ser definida y construida para asegurar la consistencia. Así SMI provee el marco para describir MIBs. Existen varios que son referidos como MIBs genéricos, ejemplos de estos MIBs genéricos son MIB – II y el Ethernet – Like MIB. Además, cada empresa puede definir sus propios MIBs que proveen más información detallada acerca de este dispositivo de administración específico. El problema con un MIB genérico, es que los objetos definidos en él son algunas veces insuficientes para una administración detallada de un dispositivo particular de la red. Esto es especialmente cierto con algunos conmutadores nuevos – el MIB privado es especialmente importante con estos dispositivos, donde cada vendedor provee información detallada vía el MIB empresarial privado. Sus aplicaciones utilizan estos MIBs para proveer detalle, vistas expandidas de los dispositivos que mapean la topología de las redes en las plataformas de administración y configuran además de controlar ambientes de conmutación que contienen VLANs (redes de área local virtual) y segmentación de estas.



## **SOBRE ENCABEZADO DE SNMP**

La premisa de SNMP es que cuando la estación administradora se inicializa, esta será actualizada por todos los agentes conociendo su información importante, tal como interfaz de datos o algún punto de partida de eficiencia estadística. Esta actualización podría quizás presentarse una vez al día y una vez que el punto de partida es establecido, la estación administradora pararía el movimiento de actualización. Después que, cada agente pueda enviar sólo un “Trap” a la estación administradora para notificar si se da un evento inusual. La estación administradora de esta forma cree que todo esta bien con un agente, hasta que escucha lo contrario. Este método es muy económico, ya que ahorra ciclos a la estación administradora que no tiene que estar disponible, así mismo ahorra ciclos al agente que no tiene que procesar peticiones y conserva ancho de banda, pero sacrifica fiabilidad.

## **SOPORTE DE CONMUTADORES CON SNMP**

Otro problema se presenta cuando se adhieren dispositivos nuevos a la red, tales como conmutadores rápidos Ethernet o concentradores. La administración remota del concentrador o conmutador necesita tener cargado un agente SNMP, para ofrecer la información pertinente a sus puertos, ranuras e interfaces en objetos MIB. La estación administradora necesita conocer los objetos contenidos de MIB de los conmutadores y entonces estar disponible para consultar al agente por el envío de una petición **Get**, acerca de un objeto específico y entonces actualizar su presentación gráfica del dispositivo en esta aplicación. El proceso es un poco más complejo en realidad, pero en principio, esto es lo que necesita un usuario final para administrar el concentrador o conmutador en tiempo real.

Cuando se trata con conmutadores, se debería pedir al proveedor del mismo una aplicación que lo administrara. Partiendo de que cada conmutador puede tener una variante de MIB propia de la marca uno no se preocupa por el contenido real de los objetos MIB, porque el detalle es ocultado típicamente por la aplicación. Toda la información puede ser representada por la interfaz gráfica del usuario. Si no se esta usando tal aplicación y se esta usando un administrador SNMP genérico, se debe obtener la aplicación empresarial específica de MIB para cada conmutador nuevo (y concentrador rápido Ethernet) que se introduzca en la red y después compilarlos para que el administrador SNMP pueda entender que objetos MIB están disponibles en los dispositivos administrados. Se podría usar algún visualizador MIB para obtener información acerca del conmutador. Esto significa que se necesita entender que información esta contenida, en que objeto MIB y poder navegar exitosamente para extraer tal información del dispositivo. La línea de partida dice que es más fácil usar la aplicación que provee el vendedor del conmutador, que usar un SNMP genérico para administrar conmutadores.

## **SNMP VERSIÓN 2**

SNMPv2 (definido en RFC 1441 a 1452, en el año de 1993) direcciona muchos atajos de SNMP, por lo cual no se tratara con mucho detalle, lo que se resaltara son las mejoras ofrecidas por este:

- Habilita comunicaciones seguras. Por ejemplo, bajo SNMPv2 una estación que entra a una red LAN no puede obtener información, tal como trazas no autorizadas. Otra característica de

seguridad es el hecho de que deshabilita a estaciones administradoras no autorizadas que recuperan información de administración.

- Habilita administración jerárquica. Las comunicaciones de administrador a administrador como una característica están ausentes en el SNMP estándar. El SNMPv2 define una conversación de dos – vías de administrador a administrador. Esto significa que se tiene administración interactiva distribuida, actuando como respaldo y compartiendo información de administración común.
- Habilita el incremento del procesamiento eficiente. Una función de recuperación de datos robusta es parte de la especificación SNMPv2. Esto permite que los datos sean recuperados y procesados más eficientemente que con el SNMP.
- Soporta múltiples tipos de red. El SNMPv2 soporta una especificación simple de estandarización para múltiples tipos de red, tal como TCP/IP, IPX, Apple Talk y OSI.
- Habilita un reporte más robusto e inteligente. El SNMP carece de toda funcionalidad de manejo de errores sofisticado. El SNMPv2 direcciona este atajo implantando una significativa respuesta para peticiones Set y Get.
- Habilita una definición más precisa de productos, vía estructuras mejoradas SMI.

### **3.1.2 MONITOREO REMOTO (RMON: Remote MONitor)**

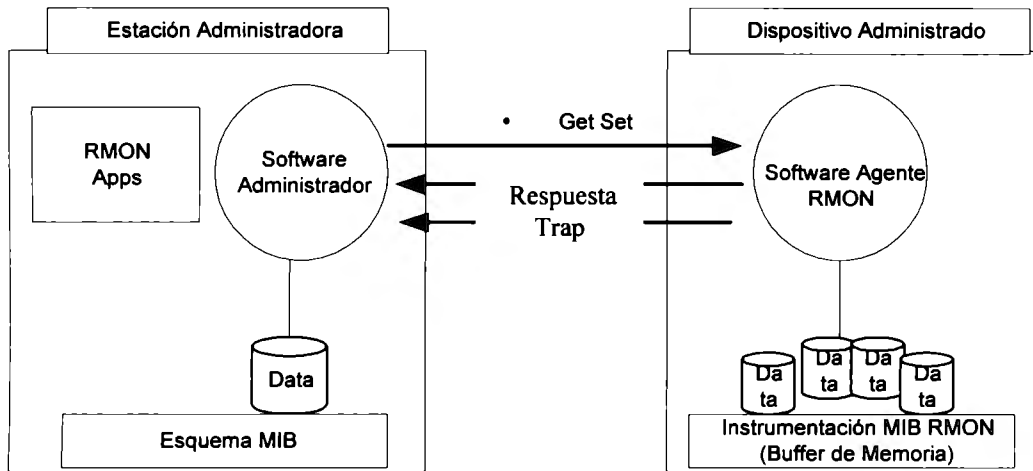
Como se mencionó anteriormente, la capacidad de SNMP no permite por sí misma dar una buena información de una red LAN, de esto se desprende la necesidad de la capacidad de monitoreo remoto (RMON). Donde RMON es especialmente exitoso en la administración de conmutadores.

#### **LA IMPORTANCIA DE RMON EN LA ADMINISTRACIÓN DE REDES CONMUTADAS.**

RMON es especialmente crítico en la administración de conmutadores localizados remotamente, porque toma de los conmutadores la información completa MIB por puerto de manera básica y no por dispositivo. Ya que si se pretende realizar un monitoreo puerto por puerto vía SNMP, se origina un gran tráfico en la red. Con el soporte de RMON interno en el conmutador, esto se torna una tarea fácil y rápida.

Tradicionalmente los administradores de las redes utilizan husmeadores (sniffers) o analizadores de red que se insertan en la red LAN de forma promiscua, observando todos los paquetes en el segmento analizado. La colección de datos en esta forma puede ser sólo vista en este analizador y no esta relacionada a la información manejada en el administrador SNMP. Por consecuencia cada segmento de la red que se desea analizar debe utilizar un analizador estadístico.

En la figura 3.3 se presenta el modelo operacional de RMON, se puede observar que RMON se introduce como otro MIB dentro del SNMP.



**Figura 3.3 el modelo RMON-SNMP**

## ACIERTOS DE RMON

RMON fue diseñado para combinar la funcionalidad estándar de SNMP con las características que se describen a continuación

- **Operación efectiva.** El monitor remoto debe estar disponible para ejecutar la colección y análisis de fallas y ejecutar información continuamente con un mínimo de entrada o sin esta a la estación administradora. Esto asegura que regularmente, en el caso de que la estación administradora perdiera información del monitor remoto, toda la información estará disponible para una etapa posterior. Esta información puede ser recuperada por la estación administradora en un tiempo conveniente. Esto es especialmente crítico en la administración de conmutadores donde grandes cantidades estadísticas deben de ser tomadas de cada puerto del conmutador. Tomar toda esta información a un tiempo es más eficiente que tomar un bit a la vez.
- **Administración proactiva.** El SNMP puede ser usado para recopilar datos de los dispositivos de la LAN, tales como ruteadores, concentradores, y conmutadores para obtener información estadística, tal como los bytes que pasan a través de una interfaz, para análisis de trama. Esto además, consume ancho de banda, porque el dispositivo agente necesita ser introducido y obtener cada intervalo de muestreo. Una forma más eficiente de coleccionar esta información estadística, es por el uso de un agente monitor remoto que almacene los datos recolectados y recupere esta información de manera periódica, digamos que después de algunas horas. Lo cual permite que la estación administradora obtenga su información histórica sin impactar en la eficiencia de la WAN y poder crear reportes periódicos de tendencias. Que es crucial en la administración de los conmutadores.
- **Administración de problemas.** La facilidad de determinar problemas avanzados se presenta con el uso de monitores remotos. Un ejemplo puede ser la habilidad de iniciar el trazado de un segmento una vez que un nivel de umbral de error se ha alcanzado.
- **Análisis de tráfico.** El monitor remoto es capaz de analizar e interpretar los datos coleccionados en la subred. La estación administradora ahora sólo tiene que recuperar los datos analizados, con un significativo ahorro de proceso realizado. Este proceso es más crítico en una red

conmutada, porque la consola de administración puede desperdiciar una gran cantidad de tiempo, en la colección de datos del conmutador y mucho menos tiempo en analizarlos.

- Administración múltiple. Grandes operaciones generalmente tienen un número de estaciones de administración, estas se encuentran distribuidas en centros principales. Esta parte es posible al configurar el monitor para que soporte múltiples estaciones de administración.

## El MIB RMON

Como se había visto anteriormente, el MIB RMON se incorpora dentro del MIB – II, con un subárbol identificador de 16. Existen nueve grupos en el MIB RMON. Cada grupo contiene información pertinente de la administración de una red conmutada tabla 3.1.

| Número | Grupo RMON          | Función  |
|--------|---------------------|--|
| 1      | Estadístico         | Mide utilización y error estadístico para cada dispositivo monitoreado.  |
| 2      | Historia            | Reporta muestras estadísticas dentro de un periodo de tiempo dado.   |
| 3      | Alarma              | Compara los resultados del reporte histórico con un umbral conocido y genera un evento si el umbral es excedido. |
| 4      | Huéspedes           | Mide estadísticas de cada huésped de la red. Un huésped es determinado por su dirección fuente.                  |
| 5      | HuespedMaximoN      | Toma el registro de cada huésped con el contador más alto en cada uno de los grupos de estadísticas.             |
| 6      | Matriz              | Mide estadísticas en paquetes que son transferidos entre dos direcciones específicas.                            |
| 7      | Filtro              | Almacena marcos e información que pasa de un mecanismo de filtrado dinámico.                                     |
| 8      | Captura de paquetes | Almacena paquetes que pasan de un mecanismo de filtrado dinámico   |
| 9      | Evento              | Controla la generación de eventos basados en la información de la red  |

**Tabla 3.1 Los nueve grupos de RMON**

## DESVENTAJAS DE RMON

Como se puede apreciar RMON es muy útil en la administración de conmutadores y redes rápidas, pero presenta algunas desventajas que se describen a continuación.

La primera de ellas provoca sobrecarga de datos. Es altamente recomendado que mucho del análisis de monitoreo sea efectuado localmente y selectivamente en el agente RMON. Porque no tiene sentido atrapar todo lo que circula sobre la red. El monitoreo remoto puede no ser capaz de cubrir una carga determinada y puede soltar paquetes de la captura y análisis, dejando una información sin precisión. Pero lo peor es que puede cargar más las subredes ya sobrecargadas.

Recordando que, entre más funciones se deleguen al monitor remoto, más potente debe ser la configuración del dispositivo.

Cuando el RMON habilita conmutadores, sólo soporta los grupos estadísticos de las variables RMON, la utilización de sobre encabezado en la red es mínima. Con la tabla de huéspedes y la Matriz de huéspedes, además, el sobre encabezado es mayor. Aquí el probador RMON o el software de administración envían un paquete por huésped en el segmento. Pero si el administrador de la red conoce que ha perdido huéspedes de interés en un segmento de la red, él podría utilizar el grupo HuespedMayorN para limitar la información enviada al huésped más comunicativo de ese segmento. En este caso, el probador busca de todos los huéspedes de información y ordena por un factor de HuespedMayorN. Al final, sólo el número MayorN de paquetes es transmitido sobre la red.

Tiene un alto requerimiento de memoria. Un agente RMON requiere memoria para cada operación que realiza el sistema de administración. Si se requiere capturar paquetes, estos deben ser almacenados en un buffer de memoria. Si se requiere guardar múltiples históricos de diferentes intervalos de tiempo, entonces se requieren múltiples buffer de memoria para almacenarlos. Toda la asignación y liberación de memoria son realizadas por el agente RMON, pero es muy importante estar consiente de la cantidad de memoria disponible del probador. Durante la captura o estadística de RMON, el administrador de la red puede controlar el sobre encabezado con un mecanismo que especifica el tamaño de paquetes capturados en la opción deslizante que le dice al probador que envíe sólo la parte relevante de cada paquete capturado en la estación administradora. El gran buffer (memoria) en el probador, es la información restante en el probador que puede coleccionar, analizar y trabajar, antes de perder esta información. En muchas pruebas se puede especificar el uso de un buffer circular, esto es, escribir sobre la información antigua.

## **USAR RMON EN REDES CONMUTADAS**

Se puede decir que no existe una diferencia virtual entre la administración de una red LAN 10 Mbps Ethernet o una rápida Ethernet compartida. Todas las tecnologías y métodos discutidos trabajan de manera similar. Sin embargo, los problemas se dan cuando se conectan conmutadores dentro de las redes. En segmentos compartidos, el tráfico en un concentrador es percibido por todos los puertos. Esto significa que no se tiene problema si se agrega un probador RMON a uno de los puertos, toda la información puede ser enviada y analizada. En un conmutador, además, sólo existe un tráfico de puerto a puerto. Esto es que si el probador no está en los puertos afectados no puede censar el tráfico a menos que se implante las siguientes configuraciones:

- Dirigir todo el tráfico dado de un puerto específico al puerto monitor (por espejo).
- Dirigir todo el tráfico entre dos puertos a un puerto monitor.
- Dirigir todo el tráfico entre dos direcciones MAC a un puerto monitor.
- Dirigir todo el tráfico entre VLANs a un puerto monitor.

Esta funcionalidad es crítica si un conmutador no soporta monitoreo interno RMON. No todos los conmutadores soportan esta clase de funcionalidad, por eso es conveniente revisar que al menos una de estas funciones es permitida por un conmutador que se va a adquirir.

## **RMON2**

Se puede apreciar que las facilidades de RMON existen para las capas 3 – 7 en el modelo OSI, mientras que los segmentos conmutados se encuentran en la capa 2, problemas como este pueden ser evitados si se diseña una red administrada robustamente. Pero que es lo que realmente ofrece RMON2:

1. RMON2 tipo A provee información arriba de la capa 3 en el modelo de redes de OSI.
2. RMON2 tipo B provee información para las capas 3 y 7.

## **CARACTERÍSTICAS DE RMON2**

RMON2 ofrece las siguientes características, además de la funcionalidad de RMON estándar:

- RMON2 provee información de las capas altas (en otras palabras, no sólo de la capa MAC) para las Estadísticas, Huéspedes, Matriz, y Matriz de grupos MayorN.
- Direccionamiento de la capa de red, tal como direcciones IP, que pueden ser asociadas con direcciones MAC y las direcciones IP duplicadas pueden ser detectadas.
- Existe una nueva característica definida por el usuario. El estándar RMON tiene una lista predefinida de estadísticas de administración de red estática que puede coleccionar. Ahora la colección de historias es una opción en un sistema contador.
- Una mayor flexibilidad y un eficiente mecanismo de filtrado son implantados por RMON2.
- Este es un método de configuración común para todas las pruebas.
- Con RMON2 el administrador de la red puede aislar tráfico por protocolo y por aplicación.

El conjunto de características provee una plataforma para construir aplicaciones de administración de redes, que pueden ser usadas para planear, simular, seguridad básica y contabilidad.

## **ADMINISTRACIÓN DE LAS FALLAS**

La administración de las fallas, como se enuncio al inicio del capitulo, es la detección, aislamiento, y corrección de un problema que permita a la red regresar a su operación normal. Existe un número de métodos que son usados para detección de fallas. Varios sistemas obtienen los objetos administrados como concentradores, ruteadores y conmutadores y se busca el error o condición de umbral. Esta condición de umbral debe ser seleccionada por el operador y ser modelada usando el punto de partida de la información. El operador alerta las condiciones de error por medio de un significado gráfico textual en una interfaz de usuario. Esto es generalmente difícil de decidir, como determinar el punto de partida. Sin embargo, la aplicación basada en la elección es sólo fiable como frecuencia de elección y puede potencialmente consumir mucho ancho de banda de la red. Un conmutador, por ejemplo, toma información acerca de su segmento de manera interna. Además varios dispositivos, pueden ser configurados para enviar señales de alarma cuando ocurren ciertos eventos. Esta aplicación es más amigable con relación al ancho de banda, pero necesita tomar en cuenta en la revisión, el evitar alarmar a la estación administradora con cosas sin importancia.

Además, las prioridades de “Trap” y eventos necesitan ser asignadas para obtener la severidad de una falla. Por ejemplo, un servidor de correo fuera de tiempo podría tener asignada una alta prioridad, más que una PC fuera de tiempo de un usuario común.

De esta forma la administración de fallas, trata más comúnmente con eventos y “Trap” que ocurren en la red. Tomando en consideración, el uso de mecanismos de reportes de información que reporten alarmas o alertas, como la mejor manera de ejecutar la revisión de la integridad de los objetos administrados de manera específica, sin tener el doble de trabajo ejecutado.

### **3.1.3 ADMINISTRACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN**

Hay dos elementos importantes de la administración de la configuración. El primero es el seguimiento de la configuración física y lógica de la red y el segundo pertenece a la configuración y actualización de los dispositivos de red como concentradores, conmutadores y ruteadores.

La administración de la configuración de la topología física y lógica es probablemente la parte más importante de la administración de una red, con la que no se puede prescindir si se desea administrar de manera precisa la red. Esta se torna muy importante cuando se realiza la transición de un medio compartido a un medio conmutado. Los cambios, adiciones, y supresiones de la red, tienen la necesidad de ser actualizadas de manera dinámica, para ser consistentes con el mapeo real de la red y lo que representan las aplicaciones. Cuando se trata de mantener una administración de la configuración precisa en un ambiente conmutado, una herramienta llamada redes virtuales LAN (VLANs) es esencial.

La necesidad de disponer de una representación gráfica de la red que indique donde se localizan los servidores y clientes de la misma. Como se mencionó, no existe una diferencia en tener una red de 10 Mbps o una red rápida de 100 Mbps, en el sentido de conocer la ubicación de los dispositivos que la forman, más bien se hace necesario un mecanismo en nuestra aplicación de administración que nos permita ver los segmentos lógicos de la red.

### **3.1.4 ADMINISTRACIÓN DE LA EFICIENCIA**

La administración de la eficiencia es importante en la determinación de la necesidad de actualizar la red existente ya sea conmutada o rápida. Además, la administración de la eficiencia debe ser una tarea continua. Esto permite identificar que áreas, que son conmutadas o con tecnología rápida Ethernet, no están siendo utilizadas a su capacidad.

Para determinar el nivel de eficiencia de un conmutador, se puede configurar la estación administradora que obtenga esta información o seleccionar un nivel de umbral en el conmutador o ejecutar cálculos para comparar la eficiencia del segmento con valores predeterminados. Es importante tener idea de cómo la figura de punto de partida puede ser sensible en cuanto a la toma de decisiones. Esta clase de información sólo puede ser obtenida a través de prueba y error, que varía de segmento a segmento y está estrechamente relacionada en el comportamiento de estas áreas y de la percepción que se tenga de la misma. De lo que se desprende que no existe un método científico o estándar para determinar el punto de partida de la eficiencia o utilización de un segmento. Algunas aplicaciones como NetReporter de Bay Network, pueden ser usadas para monitorear segmentos y después de un período se puede estimar la figura de umbral requerido. Una buena herramienta para monitorear la eficiencia de un segmento LAN es el LANSummary, que forma parte del paquete Optivity de Bay Networks.

### 3.1.5 SEGURIDAD

El fácil acceso a Internet ha generado mucha atención en la seguridad de la red, lo que ha llevado a formar estrategias de seguridad, a través de líneas de productos que se enfocan a la seguridad de los usuarios de la red. Muchas aplicaciones de administración sólo direccionan seguridad que se relaciona directamente con el hardware de la red, tal como prevenir que alguien se conecte a un ruteador o puente. Por ejemplo, se podría configurar el control de acceso en concentradores que permitan el acceso de ciertas direcciones MAC a un segmento. Esto puede dar cierta seguridad en muchos casos, pero los sistemas de administración de la red tienen necesidades reales de direccionar otras dimensiones, tales como detección de alarmas y capacidad de reportar como parte de la seguridad física (contacto cerrado, interfaz de alarma de fuego y otras más) y la seguridad en la Intranet.

## 3.2 ADMINISTRACIÓN DEL ESCRITORIO

Durante los pasados tres o cuatro años el término administración del escritorio se originó como una respuesta que describía los productos que hacían precisamente eso. Actualmente hay dos tipos de administración del escritorio. Uno es el que utiliza consolas SNMP que han sido modificadas para realizar tareas para las cuales no fueron diseñadas – administración de las PCs. El segundo involucra un software pre-estándar que no está integrado de utilidades que resuelve algunos de los problemas de administración del escritorio.

La razón por la cual los agentes SNMP han sido modificados para administrar el escritorio es que la gran diversidad de componentes que forman el ambiente del escritorio, así lo demanda. Una consola SNMP tiene el MIB para el dispositivo, precompilado en el kernel. En el ambiente de escritorio hay miles de tipos de dispositivos de software o hardware que se podrían adicionar al escritorio. Regularmente en el ambiente controlado MIS existen docenas de aplicaciones de software y hardware que se podrían utilizar en el escritorio – y cada una de estas puede requerir un administrador MIB de consola separado.

Una de las más recientes ideas en la administración del escritorio está en los recursos del MIB huésped del SNMP. Los recursos del huésped MIB permiten a una estación administradora SNMP obtener la información acerca del nodo final en una forma predeterminada. Lo que permite a la consola administradora SNMP aprender la información del nodo específico como, tipo de procesador, cantidad de memoria, versión de los manejadores. Además, esta aplicación fue introducida después de que otros estándares fueran diseñados. Por ejemplo, otra solución innovadora del dilema de la administración del escritorio, es la Interfaz de Administración del Escritorio (DMI), que ha sido propuesta y aceptada por varios vendedores de productos de red.

La Fuerza de Tarea de la Administración del Escritorio (DMTF), que propuso originalmente el DMI, se conformaba por Intel, Bay Networks, Novell, IBM, Microsoft y otros. Por ejemplo, los vendedores de computadoras como Compaq, Dell, y Hewlett – Packard están produciendo PCs que tienen habilitado el DMI. La ventaja potencial es que la base de datos, llamada archivo de Formato de la Información de Administración (MIF), es un formato de lenguaje compresible. Esto significa que la consola de administración remota no necesita tener compilado el MIF para ser administrado. Cuando la consola localiza al agente DMFT, este informa a la consola de todas las opciones de administración en las estaciones de trabajo. Cuando existe la posibilidad de poder cambiar los parámetros, todos los parámetros son proveídos en tiempo real por el agente DMFT.



Además, ya que el formato del lenguaje esta escrito de una manera comprensible, no existe código, o abreviaciones que confundan al administrador.

En general, los administradores del escritorio proveen varias áreas básicas funcionales. SNMP carece de la habilidad de proveer una buena administración a los siguientes tres grupos:

- Ventaja y administración de aplicaciones.
- Administración de servicios (servidor monitor)
- Administración de servicios (ayuda al escritorio)

La parte más importante de la responsabilidad de un administrador, es ofrecer ventaja de la administración de aplicaciones, en las áreas de software distribuido, medir las licencias de software y el inventario. En ninguna área donde existan gastos capitales (que incluyen compras de equipo y de aplicaciones), las ventajas de la administración de aplicaciones serán necesarias. Los administradores tienen el interés de asegurarse que los gastos de capital son usados eficientemente y que están maximizando el regreso de la inversión. Los reportes son extremadamente importantes para personas con estas responsabilidades.

Los departamentos de Administración de los Sistemas de Información MIS desean estar disponibles para administrar software de estaciones de trabajo de escritorio, con la ventaja de una localización centralizada. Hacer esto, requiere conocer que se encuentra en la red, que tanto esta siendo usado y como obtener más de este lugar – todo de forma centralizada.

Existen tres objetivos primarios usadas para administrar la ventaja del cómputo personal en la red.

1. Medir las licencias de software.
2. Distribución del software.
3. Inventario de software.

## **ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS – SERVIDOR MONITOR**

El alto grado de tipos de herramientas involucradas con la infraestructura técnica incluyen administración de consolas SNMP, así como el software y el hardware basados en el protocolo de análisis. Otro tipo de herramienta que se torna importante para el administrador es el monitor de nodo crítico o herramienta de servidor de monitoreo. Los servidores de monitoreo, encontrados en aplicaciones de administración tal como el Sistema de Administración Servidor de Microsoft (SMS) y NMS de Novell. En el caso de hardware y software, el software y el archivo de información son monitoreados para asegurar que el servicio adecuado se provee a cada usuario. El hardware es monitoreado para asegurar su integridad.

## **ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS – AYUDA DEL ESCRITORIO**

Cuando un ingeniero deja su escritorio de ayuda y va a la oficina, el tiempo gastado en este trayecto es un tiempo improductivo. La característica de cualquier diseño de administración de sistemas de escritorio que asista al ingeniero en la ayuda de escritorio, debe permitir resolver varios problemas como sea posible sin tener que dejar el centro de responsabilidades.

De acuerdo al administrador de un escritorio de ayuda MIS, el 60% de las llamadas de estas corresponden a preguntas que se pueden resolver con un sistema que se encuentre en línea. Donde se tiene que esto representa un avance ya que en el pasado este tipo de llamadas requerían de trasladarse al lugar de la llamada.

Las nuevas tecnologías tales como los conmutadores y Ethernet rápidas han resuelto de manera parcial sus problemas, pero la afluencia de nuevos productos obliga a una estandarización en esta área.

### **3.3 ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS**

La administración de la red no sólo se aboca a los dispositivos físicos y lógicos de la misma, donde debe estar receptiva como parte de cualquier función de Investigación Tecnológica (IT). Al final del día, ¿Cuál es la razón de crear una infraestructura fiable y eficiente de administración empresarial, si esta no incrementa la eficiencia del departamento de IT y además la rentabilidad de la empresa? Visto de esta manera, existen un buen número de elementos que contribuyen a esta característica.

#### **CARGO**

Cargo es una forma de descontar al usuario sólo una porción específica del servicio que él usa y que seguirá usando en el ambiente de Mainframes. El cargo en redes de área local presenta nuevos desafíos en los servicios que serán proveídos. En varias implantaciones, el cargo es complemento de un proveedor de servicio individual. Mientras el cargo es difícil en redes de difusión, tales como Ethernet, esto es sólo posible en redes que asignan de manera dinámica el ancho de banda a sus usuarios finales (ATM). El desafío aquí es la habilidad de precisar las cuentas con información disponible que pagarán los clientes.

#### **ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS**

La administración de sistemas es la administración y manejo de servicios provistos a los dispositivos huésped y la red. Gran cantidad de implantaciones dejan fuera esta parte crucial, a pesar de que esta es un área donde los administradores muestran capacidades significativas, en la línea de proceso de negocios y ahorran dinero al cliente con poco trabajo. Ejemplo de estas aplicaciones se encuentran en SMS de Microsoft o LANDesk en la arena de los escritorios y el sistema monitor IBM para plataformas Unix en el ambiente Mainframe.

#### **ADMINISTRACIÓN DE COSTO**

La administración de costo es una avenida en la cual la fiabilidad, operabilidad y mantenimiento de objetos de administración son direccionados. Esta es una función que habilita la actualización del equipo, el borrado de servicios no utilizados y la puesta a tono de los servidores, esto es la funcionalidad que ofrecen los servidores. Por el continuo direccionamiento del costo de mantenimiento, significa tiempo entre falla (MTBF) y significa tiempo de reparación estadístico (MTTR), costos asociados con mantenimiento de la red como un sistema que ha sido cambiado.

Esta área es una MFA que es manejada por la administración I/T para conseguir más eficiencia por el dinero destinado.

El costo es un factor clave en la administración de redes actualmente. La información que se tiene explica que el costo de mantenimiento es mayor al costo original del equipo nuevo (PC, NIC, concentrador y Software asociado a la red). Con la caída que presenta el precio del equipo nuevo, es más fácil comprar que mantener. El costo de investigación en aplicaciones de administración de redes, es frecuentemente justificado, cuando una o más de las siguientes necesidades se hace prioritaria:

- Un fuerte control de la ventaja corporativa que provea recursos para los dispositivos distribuidos requeridos por la administración de la corporación.
- Control de complejidad del ambiente. Incrementar la complejidad por los cambios de la topología y seguir creciendo en componentes de la red, usuarios, interfaz y protocolos es un problema común.
- Mejorar los servicios de la red para los usuarios. Como una forma de obtener más información o mejor, con accesos rápidos a recursos distribuidos.
- La red funcionando el 100% del tiempo, con el incremento de aplicaciones que son usadas de manera distribuida, como una consecuencia de las topologías cliente servidor a través de las organizaciones.
- Control de costo a través del uso de tendencias y herramientas de análisis que previenen el sobre o bajo gasto.

### **3.4 USOS CLAVE DE LA ADMINISTRACIÓN DE CONMUTADORES DE REDES**

Los dispositivos de administración de redes rápidas y de escritorio, trabajan bien con las herramientas de administración y con los modelos descritos. Pero el problema se origina cuando se introducen conmutadores en la red, nuevos estándares, herramientas, aplicaciones de software, hardware de red y el entrenamiento con la IT, se presentan juntos para darle el mismo control de administración que se tenía en el medio compartido Ethernet.

Estas diferencias estructurales presentan problemas significantes para administrar la red. Las herramientas que fueron originalmente diseñadas para administrar redes compartidas tienen serios defectos en las redes conmutadas. Por ejemplo, una herramienta que despliega una vista por Internet lógica de la red revela sólo los ruteadores, interconexión con ruteadores y subredes. Típicamente, el software de administración puede ver sólo los clientes, servidores y concentradores representados por sus subredes. Ninguna representación física de la red actual de interconexión es posible con este software.

Existen otros problemas asociados con la administración de una red conmutada, incluyendo la reunión de tráfico estadístico, análisis de protocolos y generación de eventos / alarmas. La RMON se presenta como una solución obvia, porque es una forma de monitorear la información de un conmutador. El próximo paso es administrar los conmutadores que se presenta como una buena opción en la red.

### 3.4.1 LANS VIRTUALES

La gran ruptura en la administración de redes conmutadas no se da bajo la sombra de SNMP. Esta se da recientemente en los subcomités de IEEE 802.3 y 802.1, donde los grandes vendedores finalmente están estandarizando la administración de las redes virtuales. Una VLAN es definida como un segmento lógico, distinto de un segmento compartido, excepto que una VLAN tiene las siguientes propiedades adicionales:

1. Un dominio broadcast/multicast.
2. No realiza saltos de ruteo.
3. Sin límite en el ancho de banda.
4. Inclusión de clientes y servidores en cualquier parte de la red. Esto es, no hay restricciones físicas impuestas.

Una VLAN es básicamente una colección de dispositivos de red que comparten recursos similares. El mayor beneficio de una VLAN es que estos recursos no tienen que estar físicamente localizados uno junto de otro en la red. Por ejemplo, el departamento de ventas que esta en el edificio "A" y tiene representación en el edificio "B", puede compartir recursos del edificio "C", continuando con la misma dirección IP de la subred. Esto es posible sí, y sólo sí, cada dispositivo en la VLAN esta conectado a un puerto conmutado. Varios usuarios se pueden conectar para compartir un concentrador y el concentrador puede ser conectado a un puerto conmutado, pero estos usuarios estarán siempre en la misma VLAN.

Existe un buen número de tipos de VLAN y cada tipo es materia de definición en el conmutador. Los tipos más comunes de VLAN son listados en la tabla 3.2.

| Tipo               | Ejemplo   |
|--------------------|---|
| Port-based         | Todas las estaciones en el puerto 10 están en la VLAN 2 |
| MAC-based          | Estación 00-00-81-01-01-01 están en la VLAN 3           |
| Protocol-sensitive | Tráfico IPX en el puerto 10 es la VLAN 4                |
| Rule-based         | Las que permite el dispositivo administrado             |

**Tabla 3.2 Tipos de VLAN**

Una forma de sintetizar esta tabla es que una VLAN sirve para particionar flujos de tráfico en una red, donde cada paquete transmitido por una estación es asignado a una VLAN.

### 3.4.2 MAPEO FÍSICO CONTRA MAPEO LÓGICO DE VLANS

Como ya se ha mencionado es importante tener una visión de la topología que despliegue las conexiones físicas y lógicas entre concentradores, conmutadores y los conmutadores ATM. Esto sólo se puede lograr sí la aplicación de administración entiende la relación de las VLAN de la red física, especialmente entre diferentes tecnologías. Esto significa que sus conmutadores y concentradores están disponibles para soportar y proveer su aplicación con esta clase de información. Las vistas y mapas potencialmente pueden ser usados como una clave habilitadora del sistema de configuración VLAN, que son usados para localización compartida / conmutada de redes.

Cuando se busca herramientas de configuración de VLAN, muchos vendedores utilizan el paradigma de fólder – archivo permitiendo al usuario arrastrar y seleccionar VLANs.

Cuando se realiza una configuración de VLAN sensitiva al protocolo, se requieren aplicaciones más sofisticadas. Aquí no se puede usar la técnica de arrastrar y seleccionar que trabaja bien en VLANs por puerto. Desafortunadamente muchas aplicaciones no soportan esta vista completa de la red, pero la mayoría de los vendedores están trabajando duro para proveer esta funcionalidad, por sí se necesita o no.

### **3.4.3 CONFIGURACIÓN DE VLANS**

Una herramienta de configuración deseable para una VLAN debe permitir los siguientes servicios:

- Definir alias
- Auditar huellas
- Detección de riesgos de operación y avisos
- Protección de claves

Tradicionalmente, los concentradores han tenido una configuración de sistema a nivel de dispositivo, donde el usuario puede agregar a una terminal al puerto de configuración del concentrador y completar la configuración del dispositivo. Estamos dispuestos a configurar exitosamente un conmutador usando este método, el usuario debe entender la topología de la red antes de la configuración y manualmente configurar todos los puertos de interconexión.

En grandes redes esto es algo difícil, porque requiere una herramienta a nivel sistema para auxiliarse en la configuración. Como una aplicación podría presentar una vista de alto nivel de la VLAN expandiendo múltiples dispositivos y al mismo tiempo podría ocultar la complejidad de la tecnología. Una asignación automática de interconexión podría simplificar la configuración de la VLAN.

### **3.4.4 ¿CUÁNTOS PUERTOS CONMUTADOS SE PUEDEN ADMINISTRAR?**

Otra importante pregunta, es el hecho de saber que tan grande puede ser una red conmutada que se pueda administrar, monitorear y configurar. La escala es algo común en redes empresariales y es algo que se debe conocer antes de instalar una red de este tipo.

Además, revisar donde están instaladas las aplicaciones, en que grado están siendo usadas, porque usuarios y sobre que plataformas.

Regularmente sí se tiene el control de la configuración, se puede encontrar que grandes redes conmutadas requieren personalización para maximizar la eficiencia y la redundancia. La aplicación necesita sofisticadas herramientas que estén orientadas a gráficos, porque sería muy difícil detectar ciertos problemas usando métodos de colección de datos y estrategias de disponibilidad. Por ejemplo, las vistas lógicas de las vistas gráficas expanden árboles (enlaces activos / en espera) que son extremadamente valiosos. Con tal información se tiene un control importante de los conmutadores y sus puertos, por sus árboles expandidos, además de poder adecuar la topología a nuestra necesidad.

### **3.4.5 CONCENTRADORES INTELIGENTES**

En redes Token-Ring y en otro tipo de redes encontramos el elemento denominado concentrador en la forma de un MAU. El MAU puede ser considerado repetidor en operación múltipuerto, que recibe señales de cualquier dispositivo conectado vía un lóbulo y repitiendo la señal con toda su potencia.

Como el número de estaciones en una red Token-Ring que se expande, un concentrador podría correr fuera de puertos. El éxito al expandir la red, requiere del uso de otro concentrador o MAU, con un concentrador conectado a otro formando una estructura de anillo. El proceso por el cual los concentradores o MAUs se apilan es comúnmente conocido como cascadeo.

Aunque muchos MAU permiten ser montados en un estante o anaquel, cada MAU tiene su propio gabinete. Entonces, la instalación de dos o más MAUs dentro de un gabinete requiere el cableado de un MAU hacia el otro por medio del cascadeo, para formar una estructura de anillo. Para facilitar la instalación de múltiples MAUs los vendedores han desarrollado un dispositivo comúnmente conocido como concentrador.

### **CONCENTRADORES Y HUBS**

Un concentrador Token-Ring puede ser considerado un tipo especial de HUB o MAU. Este tiene la capacidad de expansión, que elimina la necesidad de instalar HUBs en cascada cuando la red crece y permite que tal crecimiento sea controlado desde un closet de cableado centralizado. Un concentrador consiste de un gabinete donde se pueden adicionar módulos en forma de tarjetas. Dependiendo de la construcción, las tarjetas de los módulos pueden contener uno o más puertos. Algunos de los concentradores más comunes soportan conexiones Token-Ring de más de 100 elementos, con dos conexiones que son reservadas para conectar una computadora personal o estación de trabajo que corre software de administración de red. La otra conexión esta reservada para agregar equipo de diagnóstico o prueba de la integridad de la red, sin tener que utilizar ninguno de los puertos conectados a la red.

La parte posterior del concentrador se utiliza para conectar el cable en cascada, el uso de módulos de expansión hace relativamente fácil el crecimiento del número de puertos de la red.

### **TARJETAS HUB**

Una arquitectura estática de HUBs y concentradores se puede obtener a través del uso de tarjetas HUB. El primero que permitió esta facilidad fue Novell con sus tarjetas instaladas a la PC y cada una de ellas conectada a un HUB, que permite el uso de un servidor NetWare para poder correr en red y compartir recursos.

### **HUBS INTELIGENTES Y NO INTELIGENTES.**

Un HUB inteligente puede ser considerado como aquel que esta conformado por un microprocesador, que ejecuta ciertas funciones predefinidas. Estas funciones pueden incluir reconocimiento de comandos para configurar puertos, obtener estadísticas concernientes a la utilización por nivel de diferentes puertos, desplegando estas estadísticas y el estado de puertos definidos o grupos de ellos, permitiendo observar el tráfico de la red desde una consola central,

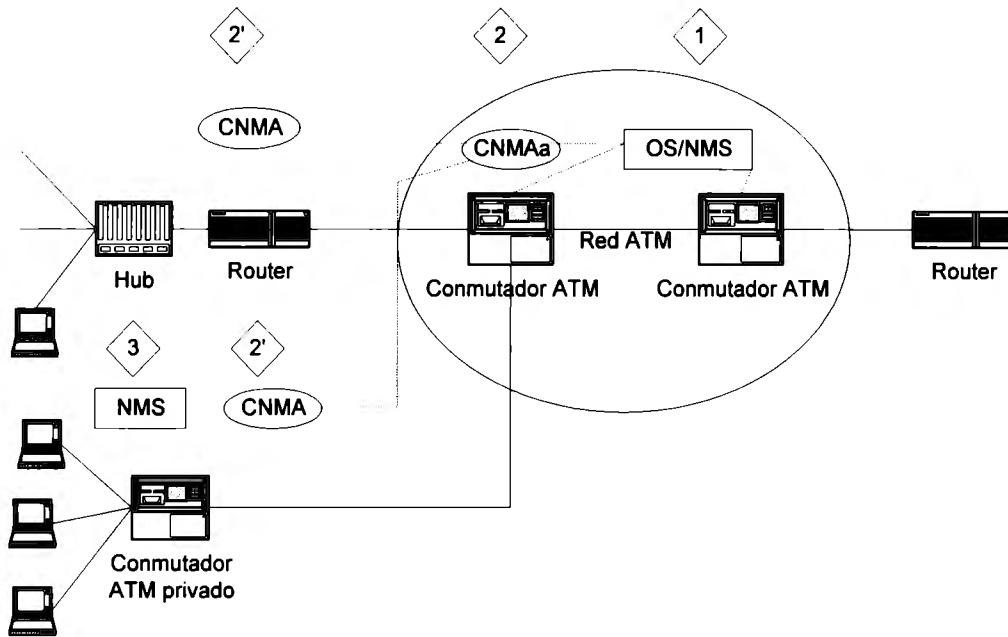
que facilita el diagnóstico y control de la misma, además de otras funciones. En adición ciertos tipos de HUBs inteligentes proveen la habilidad de integrar diferentes tipos de redes de área local y la habilidad de soportar el uso de puentes y módulos de ruteo. Estos HUBs modernos se pueden considerar la piedra angular en la construcción de las redes empresariales.

### **3.5 INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACIÓN DE REDES DE ALTA VELOCIDAD**

Generalmente, las redes corporativas se componen por una variedad de subredes – por ejemplo, LANs, anillos FDDI y WANs – que pueden estar basadas en diferentes tecnologías, adicionalmente, estas redes pueden ser privadas o pueden ser híbridas. Una red híbrida contiene elementos privados (ejemplo, hubs y conmutadores) así como elementos públicos, que proveen servicios particulares de comunicación.

Las corporaciones están interesadas por las posibilidades de administración de subredes locales, tales como las LANs, equipo de comunicación local esto es unidades de canal de servicio, multiplexores, ruteadores, puentes, hubs, etc., aplicaciones de software de interconexión y servicios de comunicación de área extendida tal como, líneas digitales dedicadas, Frame Relay, SMDS y ahora servicio de celda de relevo (CRS). Regularmente en un ambiente pre-ATM bien establecido, esta no es una solución de administración de red simple la cual reúna todas las necesidades del usuario, forzando al personal de administración de redes a utilizar una variedad de equipo y software para acceder información de administración e inicializar las acciones apropiadas. Por ejemplo, las organizaciones que tienen sus sistemas sobre Unix, utilizan TCP/IP lo cual les permite utilizar herramientas SNMP de administración de Unix. En redes múltiprotocolo, los clientes pueden usar combinaciones de SNMP abierto y herramientas de administración propietarias (ejemplo, SNA de NetView). La introducción de servicios basados en redes ATM puede complicar este predicamento, a menos que, la infraestructura apropiada sea puesta en su lugar. Estos desafíos determinan que los encargados de planear las redes corporativas adquieran un conocimiento de que características de administración pueden ser esperadas en el contexto de servicios ATM y productos.

Por simplicidad, se asumirá que las redes a considerar son estrictamente basadas en ATM (en ambos casos, en el privado y el híbrido), además muchos de los principios que se discutirán se aplican igualmente a redes multitecnología/multigeneración.



OS/NMS: Operaciones del sistema / sistema de administración de la red;  
 CNMAa: Un agente de administración de la red cliente;  
 CNMA: Una aplicación de administración de la red cliente.

**Figura 3.4 Esferas de la administración de la red**

La figura 3.4 describe las posibilidades de administración en un ambiente ATM. Los proveedores de servicio necesitan administrar la infraestructura que ellos usan para proveer servicios ATM (que incluyen Cell Relay, SMDS, Frame Relay y emulación de circuitos), esto está etiquetado con el número 1 en la figura. Cuando los usuarios instalan sus conmutadores en su propia red ATM, estos usuarios necesitan soportar algunas (pero no necesariamente todas) las funciones de administración de la red que un proveedor ofrece a través del uso del sistema de administración de la red (NMS), que se etiqueta con el número 3 en la figura. Muchos usuarios simplemente obtienen servicios de un proveedor de ATM. Esta funcionalidad está referida como administración de red del cliente (CNM) y está etiquetada en la figura con el número 2. Los servicios CNM soportados por proveedores (ejemplos, LEC e IC) facilitan la planeación, operación, mantenimiento, administración, reconfiguración, etc. de la porción del cliente en una red ATM híbrida y de los servicios provistos.

Las funciones típicas de administración requeridas por las corporaciones, incluyen reconfiguración de equipo, servicio de reconfiguración, aislamiento de fallas (donde quedan incluidas, sectorización de fallas entre diferentes proveedores o áreas geográficas), detección de la degradación del servicio y notificación y valoración relevante de la red o eventos del equipo. La información CNM de ATM provista por los proveedores de ATM se espera sea similar a la información de administración típicamente reunida ahora sobre interconexiones LAN y WAN de equipo (ejemplo, ruteadores y puentes). De esta forma se minimiza la necesidad de nuevo software, nuevos protocolos y nuevas aplicaciones que sean adicionadas al sistema existente de administración que puede ser usado, quizás con modificaciones menores, para adaptadores tempranos de ATM.



Como se ilustra en la figura 3.4 la administración efectiva de la red depende de los elementos de comunicación a través de la red (tales como conmutadores y sistemas de soporte administrativo – esto es, Sistemas Operativos) y sistemas de administración de la red. Típicamente, las redes privadas emplean sistemas de administración de redes basados en SNMP, mientras que las redes públicas se han movido hacia el uso de los protocolos de administración de la red de OSI, para administrar sus conmutadores, estos se conocen como protocolo común de administración de la información (CMIP) [37].

Desde el punto de vista de los usuarios, una estación de trabajo (u otro sistema) implanta el NMS para usuarios poseedores de un conmutador ATM o la aplicación CNM (CNMA) para los proveedores de servicio que serán la ventana visible de la red ATM. Estas estaciones de trabajo serán usadas para examinar las fallas, reunir información del monitoreo de la eficiencia, reunir medidas de uso y de tráfico y proveer o modificar el servicio ATM (ejemplo, adicionar usuarios o cambiar las características del servicio). Para eventos de fallas, la información debe estar disponible inmediatamente a los responsables de la corporación, incluyendo a los administradores de telecomunicaciones y de comunicación de datos, administradores departamentales y a su grupo, y a ciertos (sofisticados) usuarios finales. Respuestas relacionadas con otra información (ejemplo, eficiencia o estadísticas de uso) deben estar disponibles en tiempo, pero no necesariamente de manera instantánea.

La siguiente lista ilustra el tipo de consideraciones que son necesarias para administrar grandes redes corporativas y maximizar la productividad de los empleados, que es la pretensión final de cualquier corporación. Las características mostradas en esta lista son típicamente disponibles en sistemas de administración de redes pre-ATM LAN / WAN. Los sistemas basados en ATM, como CNMA y NMS necesitan características similares:

- NMS considera mecanismos de reunión de, acceso a / y modificación de información relevante, así como la presentación de información de administración de la red corporativa, en un formato reducido, detallado, exitoso y amigable al personal de administración de la red.
- NMS también considera mecanismos para determinar el estado de los recursos de la red, generación de alarmas, reconfiguración de los recursos de la red y reunión de estadísticas usadas para detectar, aislar y corregir fallas.
- NMS permite la habilidad de administrar, manipular, examinar información de administración de las facilidades físicas de transmisión, aspectos operacionales de la organización de software y hardware y la organización del uso de proveedores de transmisión y una capa superior de servicios de red.

En un nivel general, el alcance funcional de las funciones de administración de la red en conmutadores ATM públicos, conmutadores privados y ambientes de administración de red privados. Los sistemas híbridos usan una mezcla de los tres, además, el administrador corporativo tiende a ver el mundo desde un punto de vista CNM. La administración de la red ocurre en la capa física (ejemplo, manejo de las fallas del equipo, caídas de los enlaces de transmisión, etc.), en el nivel lógico de conectividad (por ejemplo, buscando el estado de VPC / VCC) y a nivel, de servicio (por ejemplo, buscando el parámetro de QoS, asignando ancho de banda, etc.), que se tratara más adelante.

El mayor énfasis de la planeación de ATM, fue el soporte de servicios de paquetes rápidos de datos, de aquí el énfasis de este tratamiento en los servicios de datos. Además, un significativo nivel de penetración ha ocurrido en el contexto de las redes ruteadas empresariales e intranets. Recientemente, sin embargo se ha notado un gran interés por el servicio de voz y vídeo sobre ATM. El razonamiento que mueve este enfoque, es que ya existen muchos servicios de soporte

de datos tradicional, particularmente en interconexiones LAN, por ejemplo, E1/T1 conmutado, E1/T1 dedicado y E1/T1 fraccionado, servicios de paquetes, Frame Relay SVC y PVC y SMDS. Además, las aplicaciones de datos no requieren de momento el ancho de banda ofrecido por ATM (ejemplo, 622 Mbps o más), excepto en el caso de redes dorsales que llevan tráfico intenso. Aplicaciones de vídeo, por otro lado (tenemos, vídeo en demanda, vídeo conferencia, vídeo distribuido, comunicación basada en imágenes, etc.), que pueden hacer uso del ancho de banda.

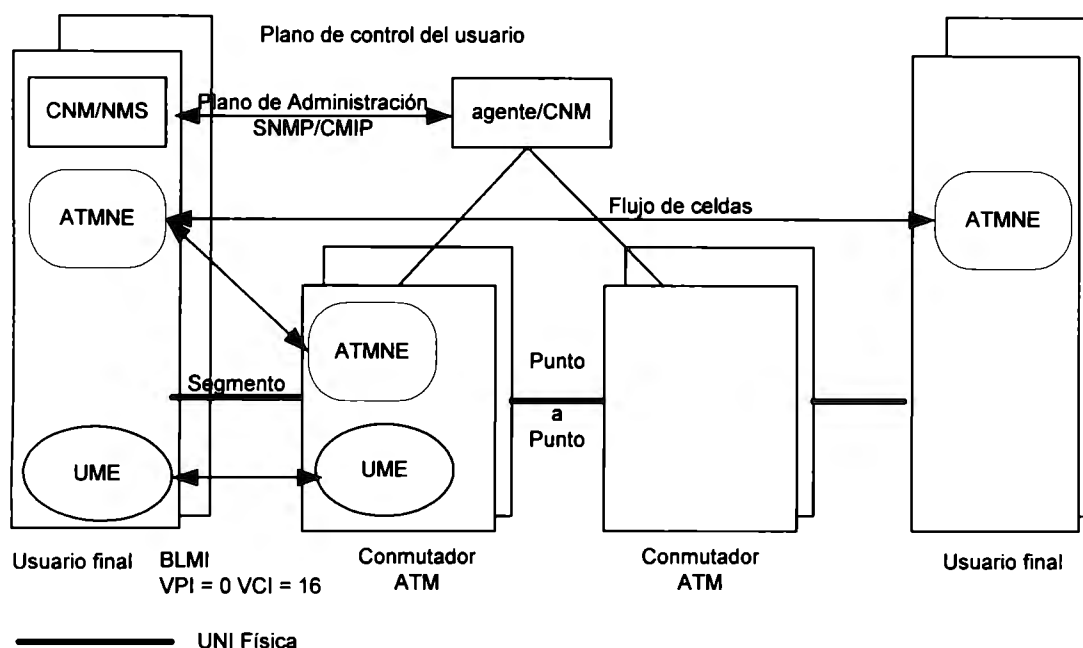
### **3.5.1 TIPOS DE ADMINISTRACIÓN DE CAPACIDADES.**

En el argot de los términos de red, que discuten la administración de la misma. Se desprende un conjunto que trata la terminología relacionada a lo mismo:

- M-plane (Administración Plana). Nomenclatura del modelo B-ISDN de ITU-T.
- Capa de Administración y Capa de Entidades de Administración (LME). Estándares de Administración de Red de ITU-T e ISO.
- Interfaz de Administración de Banda Ancha Local (B-LMI). Del foro ATM.
- Administración de la Red Privada y SNMP. IETF (Fuerza de Tarea de Ingeniería en Internet) y proveedores.
- Red de Administración de Telecomunicaciones (TMN). ITU-T recomendación M.3010).

Dentro del contexto de B-ISDN, en que el plano de administración ATM definido por la arquitectura del protocolo de B-ISDN, administración de capacidades que existe en la forma que es llamado capacidades de administración de la capa y capacidades de administración de sistemas. En esta descripción, administración de la capa correlaciona el nivel lógico, mientras la administración del sistema correlaciona el nivel de servicio, como otra función específica del sistema (auto diagnóstico). La capa de administración generalmente trabaja en conjunto con el protocolo de la capa dada, esta usa regularmente el protocolo de error y acumula tales eventos, emprendiendo las funciones de administración (por ejemplo, alertas – especialmente, administración de sistemas – que en cualquier momento pueden ocurrir). La administración de sistemas ejecuta la coordinación entre capas. De aquí, que la administración de sistemas supervise todas las funciones de comunicación finales y coordine el comportamiento de los sistemas individuales (por ejemplo, las capas) dentro de un sistema simple de comunicación. Permitiendo que el software de administración de sistemas interactúe con el software de la capa de administración, para reunir valores de atributos, contadores, temporizadores, etc., para controlar y operar los aspectos de comunicación de los sistemas finales en cuestión.

La figura 3.5 describe un mapa de alto nivel de varias funciones propuestas en la administración de redes ATM visibles para el usuario final.



UME: Una entidad de administración UNI

ATMME: Una entidad de administración (capa) ATM

B-LMI: Una interfaz de administración local de banda ancha.

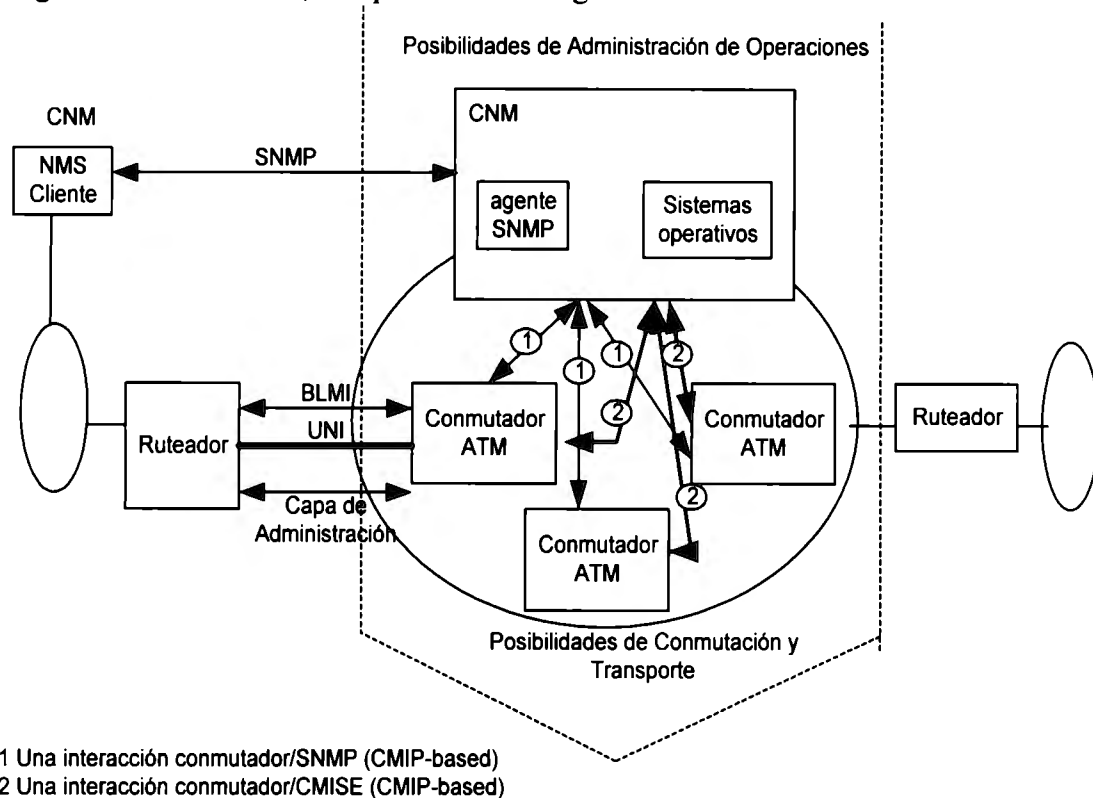
**Figura 3.5. Vista simplificada de varios mecanismos de administración ATM**

Para cualquier capa de la arquitectura de red tratada, ambas la información de administración del protocolo específico (unidades de datos del protocolo, contadores, valores de temporización, temporización de ocurrencias de expiración, atributos, protocolo de ocurrencias de error y otras posibilidades), además de la información de administración de red sin protocolo específico necesaria para reunirse. La capa de administración (específicamente, la capa ATM) con funcionalidades que incluyen posibilidades tales como, retroalimentación, monitoreo de eficiencia, vigilancia de alarmas, etc. Dos tipos de conexión han sido definidos en la capa ATM, Trayectorias de Conexión Virtual (VPC) y Conexiones de Canal Virtual (VCC). Los usuarios están interesados en administrar información de ambos tipos de conexión. Las posibilidades de administración de capa son usualmente implantadas vía flujos en banda, usando celdas especializadas. Como se aprecia en la figura 3.5, estos flujos pueden estar en segmentos básicos o punto a punto.

La figura 3.5 además muestra un proceso fuera de banda, conocido como Interfaz de Administración de Banda Ancha Local (B-LMI). Estas posibilidades han sido llamadas LMI Interinas (ILMI), asumiendo que algunas de estas funciones migraran a CNM – se uso B-LMI para distinguir estas posibilidades de ILMI Frame Relay. El resultado de la necesidad de una B-LMI, cuando una característica rica de protocolos CNM es implantada, se sigue debatiendo actualmente.

Servicios más sofisticados, funciones relacionadas y posibilidades son implantados a nivel superior. Estas funciones tratan con los aspectos de servicio tales como, cambio de parámetros de suscriptor, obtención de información cuentas, reconfiguración de VPC y VCC, etcétera. Estas posibilidades son soportadas vía una estructura CNM separada y un protocolo aludido tal como, SNMP o posiblemente, CNM. Se puede considerar CNM abarcando la administración de

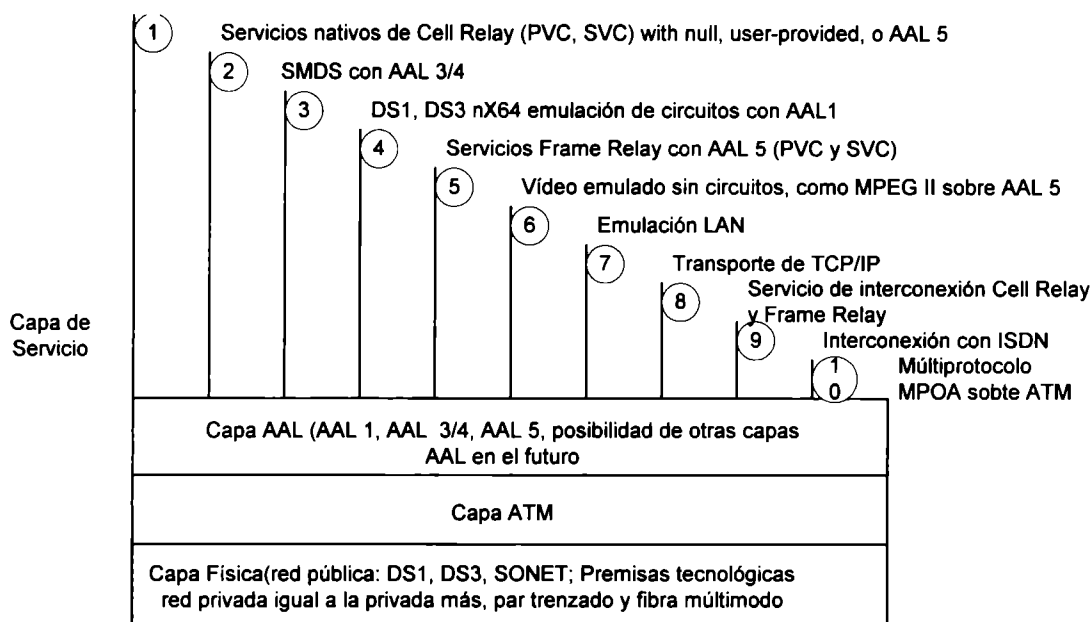
sistemas. En la figura 3.6 se describe el ambiente CNM en el contexto de servicio Cell Relay, que provee algún detalle adicional, comparado con la figura 3.4.



**Figura 3.6 Posición de la capa de administración, B-LMI, SNMP (CNM) y CMIP (operaciones de portadora) en redes públicas.**

### 3.5.2 SERVICIOS ATM QUE REQUIEREN ADMINISTRACIÓN DE RED

ATM esta siendo considerada como una plataforma capaz de soportar servicio nativo Cell Relay (PVC y SVC), servicio Frame Relay (PVC y SVC), SMDS y servicios de emulación de circuitos. También se esta trabajando para que soporte TCP/IP, interconexiones de vídeo de Cell Relay y Frame Relay, así como interconexión de ISDN (voz y canales claros de nX64 kbps) y ATM. La figura 3.7 describe este conjunto de servicios desde un punto de vista Capa de Protocolo. La amplia variedad de servicios posibles con ATM hace el trabajo de administración de la red más desafiante. Los proveedores iniciales trabajaron con Cell Relay únicamente.



Protocolos típicos peer en CPE o nodo de red.

**Figura 3.7. Servicios Soportados por ATM**

Las redes corporativas frecuentemente están conformadas de mezclas complejas de múltiples redes, cada una de ellas administrada y operada por distintas entidades. Por ejemplo, los ruteadores son comunes en un contexto ATM. Para una administración eficiente de la red, es esencial que la información sea intercambiada a través de estas entidades. Regularmente cuando consideramos servicio Cell Relay por si mismo, produce una administración integrada de red que es importante. En el ambiente LAN y en los arreglos de interconexión, un proveedor en expansión de productos, ya puede ofrecer capacidades de administración de la red, en tareas tales como, operación de la red, aislamiento, diagnostico y resolución de problemas relacionados con las comunicaciones. El administrador corporativo no desea usar varias terminales para administrar varios aspectos de la organización de la red empresarial.

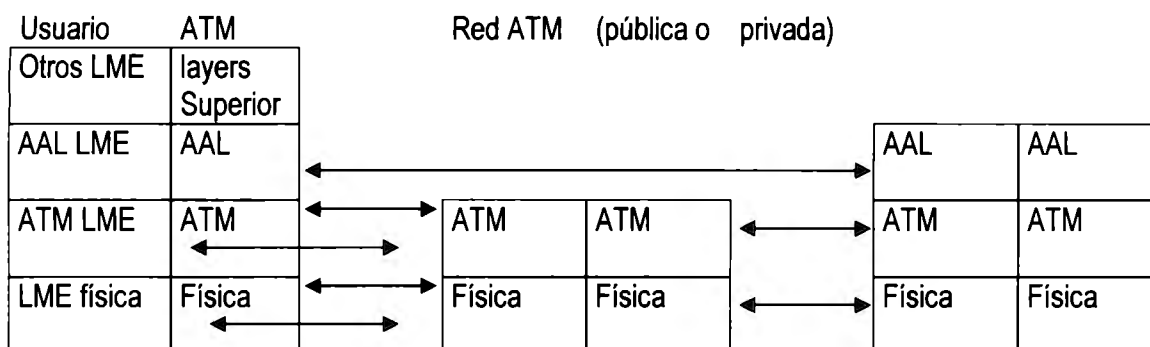
Las alternativas de administración de la red, o roles, que han sido propuestos por proveedores para situaciones, donde las organizaciones usan servicios públicos ATM y / o tiene redes híbridas, son:

- Que los proveedores soporten aplicaciones de administración basadas en CPE, donde se desprenden dos alternativas:
  1. Los proveedores de red ofrecen información relevante al cliente que usa CRS como un todo. (SNMP es requerido para obtener este servicio).
  2. El proveedor del servicio de red ofrece información relacionada a los clientes UNI del servicio local, de conmutación ATM sólo. (Es requerido B-LMI del foro ATM, para acceder a este servicio).
- El proveedor de red soporta monitoreo y vigilancia de las capas de administración de protocolos.
- El proveedor de red soporta aplicaciones CVRS CNM.

El intercambio de información que las tareas de administración de red provocan. Un intercambio de información que puede tomar lugar vía un número de interfaces y procedimientos.

### 3.5.3 ADMINISTRACIÓN DE LAS CAPAS FÍSICA Y ATM

Los servicios ATM pueden depender de las facilidades de DS1, DS3 y de la Red Óptica Síncrona (SONET). Entre tanto, es necesario identificar mecanismos de comunicación de información de operaciones a través de DS1, DS3, SONET y las trayectorias de Procedimiento de Capa de Convergencia (PLCP), Adicionalmente, a las trayectorias virtuales y las conexiones de canal virtual que son de interés.



**Figura 3.8. LMEs ATM (Entidades de Administración de Capa)**

En la figura 3.8 se aprecia la administración de capas ATM, que provee soporte en el papel de las funciones de administración de sistemas. Estas funciones de administración incluyen fallas, eficiencia, configuración y funciones de administración de meta señalización, la seguridad y funciones de administración de recursos pueden ser adicionadas en el futuro. Además, la capa de administración de ATM ejecuta aspectos sólo de la capa ATM de sus funciones. (La capa ATM además provee un papel de soporte para funciones de señalización del plano de control, incluyendo meta señalización).

Las funciones ejecutadas por la capa de administración ATM, pueden ser aplicadas a conexiones punto a punto cuando es necesario. La ejecución de estas funciones, de la capa de administración ATM, utiliza dos tipos de interacción con la entidad ATM:

1. Intercambio de información local entre la entidad ATM y la entidad capa de administración ATM (llamada entidad ATMM). Que soporta esta interacción, un nodo local ATM tiene asociaciones entre la entidad ATM y la entidad ATMM.
2. Comunicación punto a punto entre entidades ATMM. Que soporta esta interacción, la capa ATM de administración de información es transportada entre dos o más entidades ATMM y transportados por métodos de comunicación llamados tipo A y tipo B.

El método de comunicación tipo A es usado para separar una conexión usuario – usuario ATM (que no es usada para otro propósito) y una indicación de celda de datos de usuario en el campo Identificador Tipo Payload (PTI) dentro de esta conexión. La información de la capa de administración ATM es puesta en la celda payload. El enlace identificador (VPI / VCI) de esta conexión usuario – usuario ATM, es asignada por estandarización, aprovisionamiento o señalización. Meta señalización y flujos VPC OAM (F4) usan este método. Sus valores VPI son

los mismos que los usados para control de usuarios de comunicaciones y los valores VCI están estandarizados. Se tienen dos casos de flujos OAM F4:

- El flujo Segmento OAM es usado por la capa de administración ATM de comunicaciones entre las entidades ATMM y los puntos finales de un segmento VPC.
- El flujo OAM par a par es usado por la capa de administración ATM de comunicaciones entre las entidades ATMM y los sistemas finales.

Todos los sistemas intermedios de un VPC dado, pueden copiar la información recibida en esos flujos OAM, así como enviar información de ellos. La información recibida en ambos segmentos, Flujo OAM o flujo extremo – a – extremo OAM, puede ser removida sólo en los puntos finales del flujo OAM (segmento punto - final o conexión punto - final, respectivamente).

El método de comunicación tipo B usa una indicación de la capa de administración para el campo PTI. La capa ATM de administración de información es puesta en la celda payload. El enlace identificador (VPI/VCI) de la conexión asociada ATM usuario – usuario es utilizada en ambas direcciones. Existen dos casos de los flujos OAM F5:

- El segmento de flujo OAM es usado por la capa de administración de comunicaciones ATM entre las entidades ATMM y los puntos finales de un VCC.
- El flujo extremo – a – extremo OAM es usado por la capa de administración de comunicaciones ATM entre las entidades ATMM y los sistemas finales de un VCC.

Todos los sistemas intermedios de un VCC dado, pueden copiar la información recibida en esos flujos OAM, de igual forma como envían su información. La información recibida en ambos segmentos, Flujo OAM o flujo extremo – a – extremo OAM, puede ser removida sólo en los puntos finales del flujo OAM (segmento punto-final o conexión punto-final, respectivamente).

### **3.5.3.1 FLUJOS DE OPERACIÓN DE LA CAPA FÍSICA.**

En el soporte a las operaciones de la capa física, el flujo de operaciones orientadas a bit es usado de la siguiente forma:

- DSI Sistema de Transporte.
- DS3 Sistema de Transporte.
- Trayectorias PLCP.
- SONET Sistema de Transporte.

### **3.5.3.2 FLUJOS DE OPERACIÓN DE NIVEL DS1**

La tasa DS1 propicia que ATM use el Formato Extendido SuperMarco (ESF). La operación de información orientada a bit es comunicada entre las entidades determinadas por una trayectoria DS1, vía un canal de enlace de datos de 4 Kbps, y un canal de 2 Kbps de Ciclo de Redundancia Cíclica (CRC). El ESF hace el sobre encabezado disponible de los canales, al producir un uso eficiente de los marcos de bits DS1. Específicamente, 18 de los 24 bits de marco en el ESF de un DS1, son usados para operaciones de comunicaciones orientadas a bit.

### 3.5.3.3. FLUJOS DE OPERACIONES DE NIVEL DS3

Un M-marco DS3 consiste de siete submarcos, donde cada uno consiste de ocho bloques de 85 bits cada uno. El primer bit de cada bloque es un bit sobre encabezado DS3, de ese modo se dispone de un total de  $7 \times 8 = 56$  bits de sobre encabezado en un M-marco DS3. Los bits de overhead son categorizados en cinco clases: F-bits, M-bits, P-bits, X-bits, y C-bits. Los F-bits y M-bits son usados por el M-submarco y el M-marco de alineación, respectivamente. El P-bits, X-bits, y C-bits, son usados para las operaciones de comunicaciones de información entre entidades terminales semejantes DS3. Los P-bits son usados para revisar paridad y reunir datos del monitoreo de la eficiencia. Los X-bits son usados por equipo terminal, para señalar una condición de falla (alarma amarilla) de orden final de una posibilidad de DS3. Los C-bits tienen una aplicación específica usada por el sistema de transporte.

### 3.5.3.4. FLUJOS DE OPERACIONES DE NIVEL PLCP

El Protocolo de Convergencia de la Capa Física (PLCP) de ATM define el mapeo de celdas ATM, dentro de las posibilidades existentes DS1 y DS3. El overhead PLCP consiste de los siguientes: marcos de octetos (A1 y A2), octetos de identificación de la trayectoria de overhead (Z6-Z1), Bit de Paridad Intersalida (BIP) – 8 octetos (B1), octeto (G1) estado de la trayectoria PLCP y el octeto (C1) contador ciclo / relleno. De estos campos de overhead, los octetos B1 y G1 de cada marco PLCP son usados para operaciones de comunicación de información entre entidades semejantes PLCP de nivel administración. El código de detección de error BIT-8, en el campo B1 soporta monitoreo de trayectorias de error PLCP y la reunión de datos de trayectorias PLCP de nivel de eficiencia. Los primeros cuatro bits del byte G1, son usados para reportar información de eficiencia del extremo-lejano al extremo-cercano (ejemplo, una indicación de Error Lejano de Bit Final (FEBE)). El quinto bit en el byte G1 es usado para convertir (la trayectoria de ondas descendentes de la entidad terminal) la detección de una condición de alarma amarilla de onda ascendente. Los tres bits restantes en el byte G1 no son usados por las interfaces basadas en PLCP de ATM, como se ilustra en la figura 3.9.

| PLCP<br>(1 Octeto) | Framing<br>(1 Octeto) | POI<br>(1 Octeto) | POH<br>(1 Octeto) | PLCP Payload<br>(53 Octetos) |                      |
|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|
| A1                 | A2                    | P11               | Z6                | Celda ATM 1                  |                      |
| A1                 | A2                    | P10               | Z5                | Celda ATM 2                  |                      |
| A1                 | A2                    | P09               | Z4                |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P08               | Z3                |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P07               | Z2                |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P06               | Z1                |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P05               | X                 |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P04               | B1                |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P03               | G1                |                              | (13 0 14<br>Nibbles) |
| A1                 | A2                    | P02               | X                 |                              |                      |
| A1                 | A2                    | P01               | X                 | Celda ATM 11                 |                      |
| A1                 | A2                    | P00               | C1                | Celda ATM 12                 | Trailer              |

POI = Indicador de Trayectoria de Sobre Encabezado

POH = Trayectoria de Sobre Encabezado



BIP-8 = Bit de Paridad-8 Intersalida

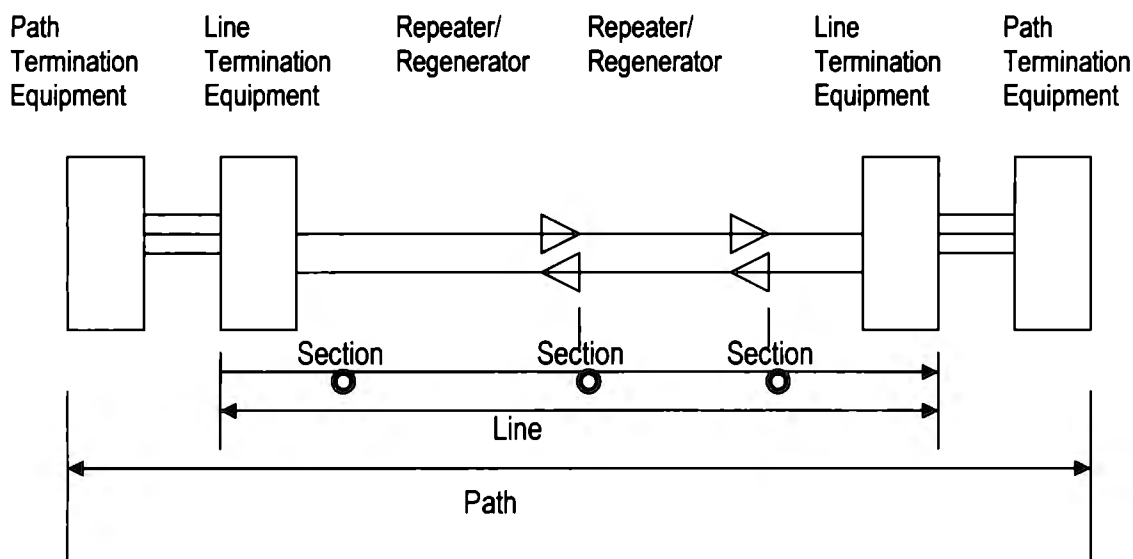
X = Sin asignar – el receptor lo ignora.

El orden y transmisión de todos los bits PLCP y octetos, están de izquierda a derecha y en la parte superior. Esta figura muestra los bits más significantes (MSB) en la izquierda y el bit menos significativo (LSB) a la derecha.

**Figura 3.9. Mapeo de celdas ATM dentro de los marcos DS3 usando PLCP**

### 3.5.3.5. FLUJOS DE OPERACIONES DE NIVEL SONET

Los campos de overhead existen a tres niveles distintos: Nivel de Sección Nivel de Línea y Nivel de trayectoria como se aprecia en la siguiente figura.



**Figura 3.10. Marco SONET**

Todos los sistemas de conmutación ATM determinan tres de estos niveles y procesos de los tres campos de overhead correspondientes. Las operaciones orientadas a bit de la información codificada en la sección SONET, los campos de overhead línea y trayectoria son usadas para (1) reportar de nivel de alarma SONET, estado, y condición de error (tal como una indicación FEBE) y (2) proveer reenvío de información de detección de error (ejemplo, códigos de detección de error BIP-8) para la detección de transmisión de errores y la colección de datos del nivel de eficiencia de SONET.

### 3.5.3.6. FLUJOS DE OPERACIONES DE LA CAPA ATM

Para posibles trayectorias virtuales (VP), extremo – a – extremo OAM que son soportadas vía celdas ATM marcadas especialmente, que son transmitidas sobre circuitos virtuales (VC) con valores específicos de identificador de circuito virtual VCI (estos son conocidos como flujos F4). Para funciones de operaciones de circuitos virtuales (VC), que son soportadas vía celdas marcadas con un código apropiado en el campo indicador tipo Payload (estas son conocidas como flujos F5). Algunas de estas funciones se describen en la tabla 3.3.

|   |   |
|---|---|
| Funciones de la capa de administración        | Incluidas en ATM/Cell Relay   |
| Funciones de administración de fallas         | Alarma de vigilancia: AIS (Señal de Indicación de Alarma)<br>Alarma de vigilancia: RDI (Indicador Remoto de Detección)<br>Verificación de conectividad: Celda de retroalimentación de revisión de continuidad |
| Activación/desactivación                      | Monitoreo de la eficiencia revisión de continuidad  |
| Administración de las funciones de eficiencia | Monitoreo de reenvío<br>Reporte de respaldo<br>Monitoreo/reportes   |

**Tabla 3.3 Funciones de los flujos F5**

Para algunos circuitos virtuales privados (VPC) o circuitos virtuales conmutados (VCC), la información específica de operaciones de conexión en – banda, es comunicada entre varios nodos VPC o VCC (definido como cualquier nodo accedando o terminando un VPC o VCC). Como ejemplos de estos se incluyen indicaciones de fallas, monitoreo de la eficiencia de los datos, y prueba de peticiones. El mecanismo requerido para los niveles de transmisión VP y VC es discutido a continuación.

#### **3.5.3.7. FLUJOS DE OPERACIONES VPC (FLUJOS F4)**

Flujos de operaciones VPC son posibles vía una marca especial en las celdas ATM. Estas celdas son referidas como celdas de Operaciones y Mantenimiento (OAM) y son distinguidas de las celdas del usuario por un indicador en el encabezado de la celda ATM. Específicamente, celdas VPC OAM que son identificadas por un conjunto único de valores VCI. Existen dos clases de flujos F4, que pueden existir simultáneamente en un VPC:

- Flujo extremo a extremo F4. Este flujo es usado para comunicación extremo a extremo en operaciones de información VPC. El valor VCI 4 es usado para identificar celdas OAM que comprimen flujos F4.
- Segmentos de flujo F4. El valor VCI 3 es usado para identificar celdas de comunicación OAM dentro de límite de VPL simple o un grupo interconectado de VPLs, en el alcance de un proveedor simple de red. Un VPL o grupo de VPLs que es independientemente administrado usando celdas OAM, es referido en I.610 como un segmento VPC.

#### **3.5.3.8. FLUJOS DE OPERACIONES VCC (FLUJOS F5)**

Los flujos de operaciones VCC (F5), hacen uso de celdas OAM. Estas celdas OAM tienen el mismo valor VCI / VPI, como las celdas de usuario del VCC y son distinguidas de las otras celdas transportadas sobre una conexión particular por el tipo de indicador del valor payload (PTI). Hay dos tipos de flujos F5 que pueden existir simultáneamente en un VCC:

- Flujo extremo a extremo F5. El valor PTI 5 (101) es usado para identificar celdas OAM usadas para comunicación extremo a extremo VCC en operaciones de información.

- Flujo de segmento F5. El valor PTI 4 (100) es usado para identificar celdas de comunicación OAM dentro del límite de un enlace simple VCC o un grupo de enlaces interconectados VCC en el alcance de un proveedor simple de red. Un enlace VCC o grupo de enlaces que es manejado usando celdas OAM, es referido en I.610 como un segmento VCC.

Los puntos finales de una conexión o segmento de conexión, incluyen equipo de usuario, terminación y procesos todos llegando en celdas OAM que pertenecen a la conexión. Estos puntos finales pueden además generar e insertar celdas OAM para procesamiento hacia la cadena. Puntos intermedios a través de una conexión o segmento de conexiones, puede monitorear celdas OAM que pasan a través de estas e insertar celdas nuevas OAM, pero que no concluyen el flujo OAM.

Los tipos de celdas OAM se describen a continuación:

- Celdas de administración de fallas OAM. Estas celdas OAM son transmitidas para indicar condiciones de fallas, tal como una posibilidad de falla o discontinuidad en la trayectoria o nivel de canal. Estas celdas pueden además ser usadas para varias pruebas de funciones de eficiencia en una conexión virtual o segmento de conexión (ejemplo, como parte de un procedimiento de aislamiento de un problema reactivo).
- Activación / desactivación de celdas OAM. Este tipo de celdas es usado para activar y desactivar la generación de celdas OAM y procesar funciones asociadas con ciertas posibilidades de administración VPC / VCC.
- Administración de la eficiencia de celdas OAM. Estas celdas OAM son transmitidas regularmente entre puntos terminales de conexiones virtuales seleccionadas o segmentos de conexión y son usadas para comunicar parámetros, tales como relaciones de bloques de celdas erróneas, relaciones de celdas perdidas y celdas que se olvido insertar, para monitorear la eficiencia.

El formato de la celda payload OAM, para cada tipo de celda OAM es diferente, excepto por tres campos que son comunes:

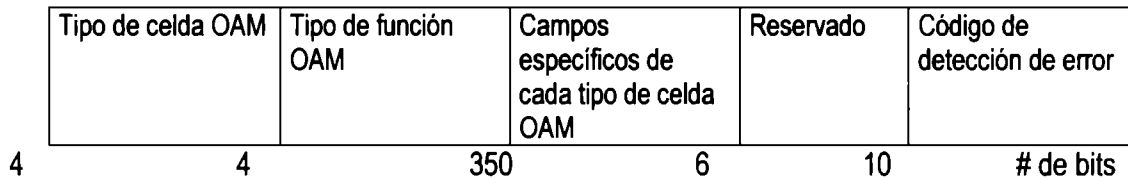
- Tipo de celda OAM. Este campo de 4 bits indica el tipo de funciones de administración ejecutada por la celda OAM (ejemplo, administración de la eficiencia, administración de las fallas, o activación / desactivación). Los valores permitidos para este campo se muestran en la tabla 3.4.

| Tipo de celda OAM               | Valor | Tipo de función OAM                 | Valor |
|---------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| Administración de las fallas    | 0001  | AIS                                 | 0000  |
|                                 |       | RDI (FERF)                          | 0001  |
|                                 |       | Celda de retroalimentación OAM (LB) | 0010  |
|                                 |       | Revisión de continuidad (CC)        | 0100  |
| Administración de la eficiencia | 0010  | Monitoreo de reenvío                | 0000  |
|                                 |       | Reporte de respaldo                 | 0001  |
|                                 |       | Reporte / monitoreo                 | 0010  |
| Activación / desactivación      | 1000  | Monitoreo de eficiencia             | 0000  |
|                                 |       | Revisión de continuidad             | 0001  |

**Tabla 3.4 Tipo de celda OAM**

- Tipo de función OAM. Este campo de 4 bits indica la función actual ejecutada por la celda OAM. Los valores estandarizados para este campo, se encuentran en la tabla anterior.
- Campo reservado. Este campo de 6 bits ha sido reservado para futuras especificaciones. Este campo es codificado con todos sus valores en cero.
- Código de detección de error CRC – 10. Este campo lleva el código de detección de error CRC –10, que es calculado sobre la celda completa de payload OAM. Este campo es usado por la capa de entidades ATM para detectar errores de celdas OAM y evitar así el procesamiento de operaciones de información corrupta.

La forma en que los bytes y los bits no usados (ejemplo, octetos incompletos) son codificados es la misma a través de los tipos de celdas ATM. El término no usado se refiere a la parte de la celda no asignada a ningún campo, o a cualquier campo que no es usado en una aplicación particular. Todos los octetos de las celdas OAM de información que no son usados se codifican como números binarios (011101010). Todas las celdas de campos de información OAM son codificadas con ceros. La parte común de la celda OAM es ilustrada a continuación.



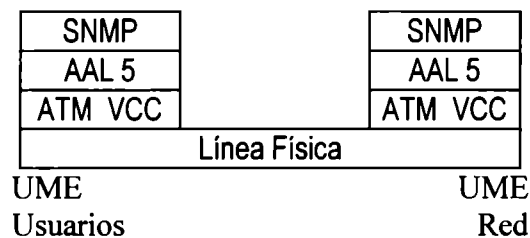
Como una parte informativa, no todos los fabricantes de conmutadores soportan flujos OAM. En particular, fabricantes de conmutadores pequeños no tienen esta posibilidad de soportar flujos, un ejemplo de los que sí tienen este soporte AT&T, DSC, Fujitsu, Nortel y Siemens.

### 3.5.3.9 INTERFAZ DE ADMINISTRACIÓN LOCAL DE BANDA ANCHA.

El CRS puede ser configurado apropiadamente y monitoreado, para asegurar que la eficiencia extremo a extremo sea satisfactoria. La interfaz de administración local de banda ancha (conocida también como, interfaz interina de administración local) provee un intercambio bidireccional de información de administración a través de UNI, entre dos entidades de administración adyacentes UNI (UMEs).

Un estándar de administración de información B-LMI base (MIB) debe ser utilizado. Este MIB contiene la configuración y estado de la información relacionada al enlace físico y asociado al VPC / VCC.

Una UME puede obtener la información asociada MIB con este UME adyacente vía el protocolo de comunicación B-LMI. La figura 3.11 ilustra la pila del protocolo de comunicación B-LMI.



**Figura 3.11. Pila del protocolo B-LMI**

UMEs adyacentes soportando B-LMI actúan como similares y cada UME contiene ambas, una aplicación agente y una aplicación de administración. El UME adyacente contiene el mismo MIB además, la semántica de objetos MIB puede ser interpretada de forma diferente. La tabla 3.5 describe algunas de las funciones clave que pueden ser soportadas.

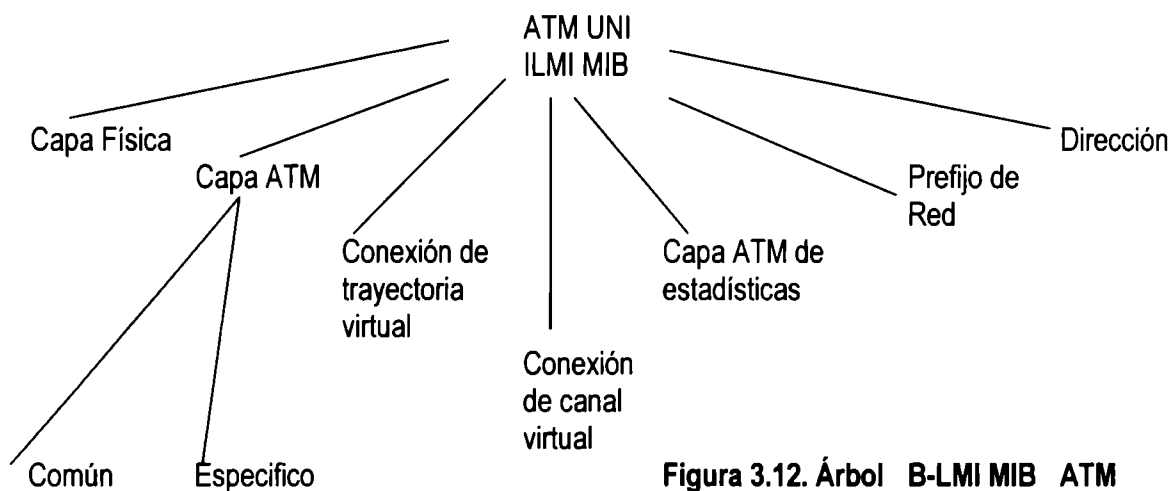
|                          |  |
|--------------------------|--|
| Capa Física              | Interfaz Índice<br>Interfaz dirección<br>Tipo de transmisión<br>Tipo de medio<br>Estado operacional  |
| Capa ATM                 | Número máximo de VPCs<br>Número máximo de VCCs<br>Orden de las direcciones VPI / VCI<br>Número de VPCs configurados<br>Número de VCCs configurados<br>Tipo de puerto |
| Capa ATM de estadísticas | Celdas ATM recibidas<br>Celdas ATM caídas en el lado de recepción<br>Celdas ATM transmitidas   |
| Conexión VP              | Valor VPI<br>Descriptor del tráfico figurado<br>Descriptor de las políticas de tráfico<br>Estado operacional   |
| Conexión VC              | Categoría de QoS<br>Valor VPI / VCI<br>Descriptor de tráfico figurado<br>Descriptor de políticas de tráfico<br>Estado operacional<br>Categoría de QoS                |

**Tabla 3.5 Algunas funciones MIB**

La administración de la información relacionada con la operación de la UNI ATM, esta organizada jerárquicamente en los MIB como sigue:

- Capa física de la administración de la información
- Capa de administración de las celdas ATM de información
- Administración del nivel de VPC de información
- Administración del nivel VCC de información

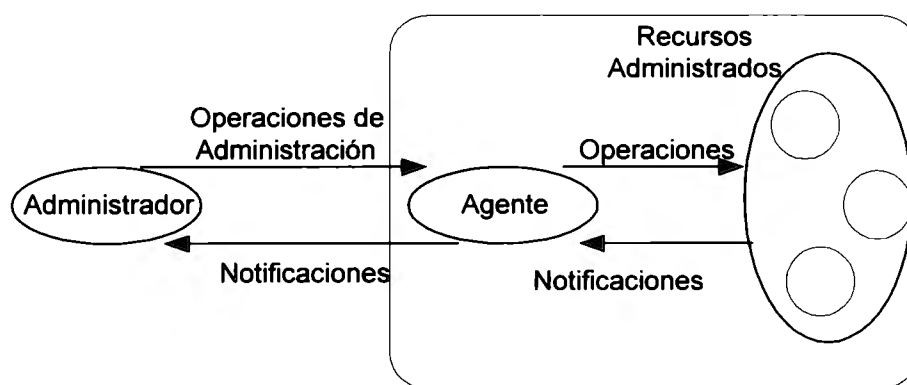
La información de administración UNI corresponde a la configuración y estado de información. En adición, opcionalmente, la capa de celdas ATM de eficiencia y estadísticas de tráfico puede ser proporcionada. La estructura de árbol se muestra en la figura 3.12.



Los objetos MIB son definidos usando un subconjunto de Notación Sintáctica Abstracta Uno (ASN.1) siguiendo una convención especificada en [6]. Todos los objetos MIB, son por omisión, leer sólo a través de B-LMI, a menos que sea especificado como de lectura y escritura a través del B-MLI, para un objeto específico UNI MIB.

### 3.6 ADMINISTRACIÓN DE LA RED CLIENTE

El modelo básico OS/NM y SNMP de administración de red, que se describió en la figura 3.4 de la página 57, se le conoce como Modelo Agente – Administrador. Como puede apreciarse en la figura 3.13.



**Figura 3.13 Modelo de Administración de Red OSI**

Un sistema en una red ATM o en el conmutador ATM actúa como el Agente, para los recursos a ser administrados por el sistema de administración, que es el Administrador (o Administrador de

la Red). En la figura 3.4 se puede distinguir entre una aplicación CNM (CNMA) usada en el contexto de administración de una red pública de servicio, y una NMS usada para administrar un conmutador físico (público o privado); Así una distinción no se hace necesaria, y el término NMS puede ser usado para referir ambos.

En el ámbito de administración de redes, los elementos de la red empresarial – las posibilidades de transmisión, los equipos de comunicación (multiplexores, ruteadores, puentes y hubs), las redes públicas, etc. – son vistos como recursos administrados.

Los recursos administrados que son capaces del procesamiento de la información, por ejemplo, Servidores, computadoras, ruteadores, puentes, hubs, y redes públicas, ejecutan software de soporte en la administración de los procesos de la red. Estos procesos soportan funciones como detección de un evento y notificación de un evento, mediciones de tráfico y seguimiento de ocurrencias de eventos significantes. El procesador que soporta estos eventos es conocido como un agente de administración de la red. Para cada función relevante ejecutada por el agente de administración de la red, se tiene un conjunto asociado o relacionado de información, esta información caracteriza el estado, eficiencia y comportamiento de los recursos administrados.

El soporte requerido en las posibilidades de la red administrada, los agentes de administración de la red deben intercambiar información de la administración de la red, uno con otro, o con el administrador de la red. (El administrador de la red reside en un procesador referenciado como Sistema de Administración de la Red). El intercambio de datos entre agentes de administración de la red, o entre agentes de administración de la red y la Administración de la Red es realizada a través de un protocolo específico de administración. Los protocolos de administración relacionados a la capa de administración, son llamados Protocolos de Administración de Capa. Los Protocolos de Administración de información que operan entre los agentes de administración de la red y Administradores de la Red (con su correspondiente entidad que reside en la capa de aplicación de la arquitectura del protocolo) son llamados Protocolos de Administración de Aplicaciones (MAPs).

Ejemplos de recursos administrados ATM, son las tarjetas de terminación de línea conmutada (recursos físicos) y las tablas de ruteo (recursos lógicos). Los recursos son administrados usando interacciones Agente – a – Administrador y Administrador – a – Agente. Por ejemplo, el administrador puede enviar peticiones al agente que ejecuta una operación, tal como selección de entradas de una tabla de ruteo. El agente puede reportar eventos tales como, una alarma que indique una falla de la fuente de poder o una falla de una tarjeta de línea. La información CRS CNM es accedida con dos operaciones primitivas, Leer y Escribir, las operaciones y funciones complejas NMS pueden ser ejecutadas, por la recuperación de un simple contador y un dato entero para procesamiento posterior.

El NMS/CNMA necesita soportar una interfaz física con distintos tipos de sistemas de administración, para distintas marcas de equipo. Los nuevos sistemas son adicionados con lo básico para una red pública o privada, como la tecnología evoluciona nuevos servicios son introducidos.

## 4. REDES ATM INALÁMBRICAS.

Las redes ATM inalámbricas podrían llenar el hueco entre las redes móviles y las de banda ancha fijas (porque no existe una tecnología móvil de banda ancha en el mercado). El mayor reto para lograr este objetivo consiste en garantizar una adecuada Calidad de Servicio (QoS) extremo a extremo a pesar de la falta de confiabilidad del canal de radio. Como respuesta a esta necesidad, se propone una arquitectura integrada de administración de la QoS extremo a extremo, construida a partir de codecs escalables tolerantes a fallas, filtros de red y módulos de error para compensar los errores de transmisión y la degradación local de la QoS. Un concepto intermediario combina la administración de recursos locales y distribuidos y la negociación de la QoS a diferentes niveles. Introduciendo: intervalos de QoS en los niveles de aplicación y transporte donde se originan las fluctuaciones de corta duración en el canal de radio, las rutas de degradación definidas por el usuario determinan el comportamiento del sistema en el caso de que la QoS de la red cambie por fluctuación más largas y funciones de correspondencia para transformar una descripción de la QoS desde la perspectiva del usuario en parámetros de QoS y de negociación en el nivel de red. La incorporación de filtros multimedia en el conjunto de la arquitectura de intermediarios permite usar diferentes codecs multimedia entre el emisor y los receptores dependiendo de las condiciones del canal y de la utilización del enlace, cumpliendo así con las estrategias de QoS extremo a extremo definidas por el usuario. Se esbozan varios protocolos para los escenarios multidifusión dirigidos tanto por el emisor como por el receptor y se muestra como puede lograrse la propagación automática de filtros bajo restricciones dadas en la QoS extremo a extremo.

Por otra parte, las aplicaciones multimedia distribuidas como videoconferencia tienden a absorber todos los recursos de computación y comunicaciones disponibles. Por lo tanto son muy deseables las mejoras en las tecnologías de hardware. En el lado de la red, los canales de comunicación de banda ancha transportarán múltiples flujos multimedia con la QoS apropiada hacia las terminales y estaciones de trabajo. El acceso inmediato a la información a cualquier hora y desde cualquier lugar es un asunto de capital importancia en los futuros ambientes caseros y de negocios.

Las actuales redes con acceso inalámbrico soportan servicios de baja velocidad y alta latencia tales como el correo electrónico y dan al usuario la libertad de comunicarse mientras se está moviendo de un lugar a otro. Sin embargo, proporcionar una base para aplicaciones de banda ancha en redes móviles, continúa siendo un gran reto debido a la inherente falta de confiabilidad de las conexiones de radio con tasas de errores de bit variantes y características de retraso impredecibles. La unión de redes inalámbricas y fijas debe proporcionar a las aplicaciones del usuario final una QoS previamente negociada. En la parte fija de la red, las redes ATM pueden garantizar un nivel de QoS. Muy pronto las redes ATM inalámbricas ofrecerán una combinación única de conectividad de banda ancha móvil y extenderán el concepto de QoS a los enlaces inalámbricos.

Otro reto mayor es proporcionar abstracciones adecuadas de QoS a las aplicaciones y usuarios finales. Las redes con manejo de QoS son altamente sofisticadas pero la descripción de QoS en el nivel de red es enigmática y es necesario ocultar esta complejidad al usuario. Se necesitan funciones de correspondencia y negociación entre los diferentes niveles de QoS. Éste desarrollo en capas llevará a una configuración consistente del sistema y a un conjunto de parámetros válidos de QoS en el nivel de red para establecer conexiones. En el nivel superior, los usuarios pueden tener diferente comprensión y preferencias para los valores de QoS. Por tanto, debe producirse la negociación, correspondencia y asignación de recursos entre los distintos



participantes en una videoconferencia. Para contender con las frecuentes fluctuaciones de las condiciones del canal para las terminales móviles (MT), se necesita una administración flexible de QoS extremo a extremo basada en garantías accesibles. Garantías más restrictivas tenderán a causar suspensiones en las conexiones con más frecuencia provocadas por una sola violación del contrato en el nivel de red cuando un usuario móvil entre en una región con malas condiciones de recepción.

Aunque las redes ATM inalámbricas proveen un gran ancho de banda en demanda, todavía es necesaria la compresión de vídeo para reducir el volumen de datos transmitidos. En principio, las redes ATM pueden garantizar ciertos parámetros de QoS mediante la reservación de recursos (ancho de banda) en los conmutadores pero la razón de pérdida de celdas y la razón máxima de paquetes, raramente se garantizan. Se deja a los protocolos de capas más altas la retransmisión de los datos perdidos. Debido a los límites máximos impuestos en el retraso, no es práctico para aplicaciones de tiempo real la retransmisión y los paquetes simplemente se pierden. Desgraciadamente, la mayoría de los algoritmos de compresión de vídeo emplean códigos de longitud variable y experimentan problemas serios cuando los datos comprimidos se corrompen. Las técnicas de supresión de errores [38] pueden ocultar fallas introducidas o pueden usarse métodos de compresión de vídeo en capas tolerantes a fallas [39], los cuales dependen únicamente de la confiabilidad de la capa base, las capas denominadas de mejora añaden detalle al contenido completo. Con filtros de red [40] es posible adaptar los flujos multimedia a las capacidades del canal para dar servicio a grupos heterogéneos de receptores. Aplicando una estrategia de filtrado a la comunicación de vídeo, los diferentes participantes pueden ser atendidos simultáneamente con diferentes calidades visuales sin necesidad que el emisor comprima los cuadros de vídeo en más de una representación. Los desarrollos actuales para proporcionar QoS o bien ignoran los filtros multimedia y se basan en un esquema Cliente-Servidor puro [41] o instalan los filtros pero no los consideran dentro de un marco de QoS extremo a extremo [42]. Se sugiere no incorporar filtros de red en la estrategia de asignación de recursos así como tampoco en la fase de negociación de la QoS porque éstos pueden consumir un tiempo de procesamiento significativo y contribuir al retraso. Pueden requerirse reasignaciones dinámicas de los recursos de filtrado y la adaptación dinámica de las estrategias en los filtros cuando las MTs se muevan de un punto de acceso (AP) a otro.

Se ha introducido el problema de proporcionar QoS extremo a extremo negociada en redes de banda ancha fijas e inalámbricas. La sección 4.1 discutirá los trabajos relacionados en redes inalámbricas de banda ancha, mecanismos para proporcionar QoS, correspondencia entre QoS y garantías de QoS extremo a extremo. En la sección 4.1.2, se analizan los retos para las redes inalámbricas multimedia. El conjunto de esta arquitectura, los diferentes niveles de QoS soportados, un modelo de negociadores de QoS, diferentes protocolos de correspondencia y negociación de la QoS. Mecanismos de adaptación de la QoS para terminales móviles y el papel de los filtros y negociadores de filtros se presentan en la sección 4.1.5.2. Así mismo, en la sección 4.1.6 se presentan algunas conclusiones obtenidas y se discuten trabajos futuros.

## **4.1 INTERRELACIÓN DE QoS.**

La investigación en el área de las redes inalámbricas de banda ancha ha conducido a la evolución de un número de sistemas de demostración como el sistema WAND [43], MEDIAN [44] o SWAN [44]. Los aspectos de QoS se discuten en la capa de red del modelo OSI, de las redes fijas e inalámbricas [44] y en las capas inferiores sin tomar ventaja de las posibles interacciones de las

aplicaciones con la red. Algunos aspectos de coordinación entre las capas inferiores y los métodos de codificación de vídeo se discuten en [45].

Las cuestiones sobre QoS en redes alambradas se han estudiado extensamente. Desarrollos se encuentran disponibles basados tanto en el emisor como en el receptor para brindar garantías de QoS para sistemas multimedia, ambos dependen de un enfoque extremo a extremo. La QoS puede asegurarse, solamente cuando los mecanismos de reservación de recursos son incorporados en la arquitectura. Krishnamurthy y Little [47] intentan garantizar una disponibilidad incondicional de recursos en redes fijas, pero parece que cuando la red no puede proporcionar garantías irrestrictas, sólo un punto de vista puede combinar la aplicación, el middle - ware y la red puede proporcionar los mejores compromisos de QoS. Las redes móviles e inalámbricas pueden sufrir temporalmente fallas en el canal y de altas tasas de errores de bit lo que hace muy difícil predecir el comportamiento de un canal de transmisión inalámbrico por periodos prolongados, por lo tanto, la reservación de recursos en la parte inalámbrica nunca podrá garantizar la disponibilidad incondicional e irrestricta de la QoS negociada. Varios investigadores han propuesto una interacción cercana entre la aplicación y la red, en donde los algoritmos de codificación de vídeo reaccionen a la retroalimentación de la red para adaptar su comportamiento. Yeadon et al. [40], se encargan de los receptores heterogéneos mediante una cierta separación de las aplicaciones y la red e introduciendo filtros en la red para flujos de vídeo codificados jerárquicamente.

Se han diseñado varios protocolos para la reservación de recursos entre sistemas terminales, típicamente, los parámetros de la capa de transporte se reservan ignorando los parámetros específicos de los medios o las aplicaciones, varios enfoques tienen en común asumir que no se permite el procesamiento de los datos de transporte dentro de la red. Mas allá de las aplicaciones multidifusión tradicionales, RSVP [48] soporta múltiples emisores y múltiples receptores. Pasquale et al. [49], propusieron un enfoque orientado a la disseminación para canales multimedia multidifusión basados en una aplicación única de origen. Ambos enfoques, el RSVP y el de Pasquale consideran que se especifiquen filtros de flujo por las estaciones terminales al nivel de red, sin embargo no se incorpora ninguna administración de QoS en los filtros.

Se han hecho varios desarrollos para establecer correspondencia entre los parámetros de QoS a diferentes niveles. En [47] se realizan negociaciones y reservaciones de recursos subsecuentes, mientras que Besse et al. [50], hacen uso de una base de datos de administración para establecer correspondencia entre los parámetros de QoS específicos de la aplicación con la QoS en el nivel de transporte. Por otro lado, Schill [51] desarrolló una herramienta de administración de QoS que produce una estructura basada en el tipo dado del método de codificación multimedia y la clase de QoS deseada. Vogt [52] presentó un esquema de administración de QoS que hace corresponder flujos de tasa de bit variable a un modelo de tráfico simple y periódico que permite una estimación de límites para el retraso. Sin embargo todos los desarrollos para correspondencia entre QoS únicamente cubren arquitecturas Cliente/Servidor y fallan en escenarios multidifusión simétricos.

Un enfoque novedoso basado en agentes inteligentes fue desarrollado por Nahrstedt y Smith [41] donde un intermediario de QoS negocia la QoS extremo a extremo en el nivel de aplicación entre el cliente y el servidor. La reservación de recursos en los sistemas terminales y en los enlaces intermedios se combina con una selección de QoS específica para el medio entre los componentes de la aplicación, también se describen algunas ideas para establecer correspondencias entre la QoS a varios niveles. No se permiten operaciones de filtrado para la administración de QoS extremo a extremo lo que limita su uso en escenarios multidifusión y con receptores heterogéneos. Por otro lado el enfoque de WaveVideo [42] provee un conjunto de mecanismos de correspondencia y adaptación para redes integradas alambradas e inalámbricas basados en un algoritmo escalable de compresión de vídeo, no obstante no se hacen pruebas de

admisión de recursos y la arquitectura cubre únicamente la escalabilidad de los medios basada en el receptor, mientras que ésta arquitectura es muy prometedora, los protocolos para establecer los filtros no son flexibles y no abarcan arquitecturas basadas en el emisor, no se usa negociación de QoS extremo a extremo por lo que no se pueden dar garantías de extremo a extremo, aun más esta arquitectura esta ajustada al método de codificación de WaveVideo y los filtros de la red ignoran la administración de QoS.

#### **4.1.1 QoS EN REDES MULTIMEDIA INALÁMBRICAS.**

Las aplicaciones multimedia distribuidas imponen estrictos requisitos de recursos en las terminales y en la red. Las redes inalámbricas típicas proveen solamente capacidad de transmisión de mejor esfuerzo, esto no es suficiente para aplicaciones multimedia que requieren QoS porque los flujos de medios en tiempo real tienen que ser capturados, codificados, transmitidos, decodificados y presentados al usuario cumpliendo con restricciones de calidad y tiempo dadas. Una subred de acceso inalámbrico debe soportar directamente estos requisitos de multimedia en tiempo real y permanecer compatible con las infraestructuras de transporte existentes. Las redes ATM inalámbricas intentan garantizar QoS en el nivel de red para cada conexión, en el proyecto Magic WAND [43] una capa denominada capa de control de enlace de datos inalámbrico (WDLC) bajo la capa ATM oculta el comportamiento del enlace de radio hasta cierto punto para proporcionar a la capa ATM una tasa baja de pérdida de celdas. No obstante, persiste el compromiso entre pérdidas y retrasos la WDLC ofrece varias opciones (como corrección adelantada de errores o esquemas ARQ) para adaptarse a la clase de tráfico y prioridad de conexión solicitadas, a pesar de todo es posible especificar un límite superior para el retraso extremo a extremo de una conexión a expensas de una posible tasa alta de pérdida de celdas. [53] Las aplicaciones multimedia distribuidas tienden a ejecutarse en una gran variedad de sistemas terminales y redes con una amplia gama de reservación de recursos y capacidades de control. El acceso inalámbrico conducirá a redes móviles con características de QoS fluctuantes ocasionadas por condiciones variantes del canal y el movimiento de las MTs, sin embargo las aplicaciones multimedia normalmente negocian la asignación de recursos con la red y deben adaptarse a las condiciones cambiantes de la red usando métodos adaptables de compresión apropiados y filtros multimedia para adaptar los flujos comprimidos. Nuestro objetivo es brindar un marco para la transmisión de flujos de medios que requieran QoS de extremo a extremo para terminales y redes heterogéneas (con acceso inalámbrico así como alambradas). Nuestra motivación para extender el concepto de negociador de QoS a los filtros de red se basa en la observación de que es posible que existan límites para el retraso de extremo a extremo para escenarios de videoconferencia en tiempo real y si se usan filtros de red intermediarios para el procesamiento de multimedia, estas costosas operaciones pueden incluirse también en la negociación de la QoS de extremo a extremo.

#### **4.1.2 ARQUITECTURA DE ADMINISTRACIÓN DE LA QoS.**

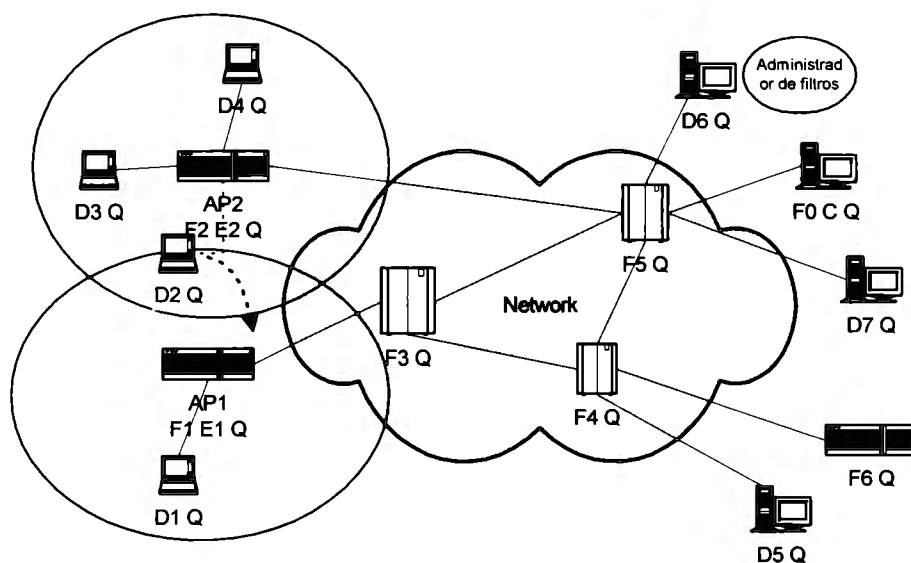
Las aplicaciones de multimedia ofrecen muchos grados de libertad para adaptarse a diferentes niveles de QoS. Se requiere transmisión con retrasos limitados para una precisa temporización y sincronización entre los diferentes flujos de medios, pero cuando las condiciones de recursos varían, las aplicaciones de vídeo podrían disminuir el tamaño de cuadro, la velocidad o la resolución de color para escatimar los recursos de red. Esta adaptación debe ser dinámica para permitir a los usuarios especificar restricciones de costo o preferencias en caso de que el nivel

original de QoS no pueda mantenerse debido a condiciones deterioradas del canal. La administración de la QoS es necesaria en los sistemas terminales y en la red para mantener los niveles de QoS definidos durante toda una sesión. La incorporación de ésta administración en las aplicaciones es sólo una solución intermedia y se necesita un marco general para incorporar filtros y redes activas en un futuro. Nuestra arquitectura comprende, tanto redes alambradas e inalámbricas y abarca varias entidades funcionales para la administración de QoS de extremo a extremo, en la siguiente sección se da una descripción de este nivel.

### 4.1.3 ARQUITECTURA GLOBAL

Esta arquitectura está basada en negociadores de QoS, filtros de red, módulos de control de errores, codificadores y decodificadores y protocolos de negociación de QoS. La visión abarca una combinación de redes alambradas e inalámbricas con capacidades de reservación de recursos para proporcionar garantías en el nivel inferior de red. La interconexión con redes de área local sin garantías de QoS se basa en el principio del mejor esfuerzo utilizando filtros de red en los ruteadores o terminales.

El codec WaveVideo [42] es bastante adecuado para una compresión de vídeo flexible y adaptable, usa una segmentación inteligente de la información de vídeo codificada en paquetes de red y cualquier nodo intermedio o filtro de red puede descartar un conjunto de tramas señaladas para seleccionar la calidad deseada. Esto es especialmente importante en un escenario multipunto donde la WaveVideo permite comprimir los datos de vídeo con la máxima calidad lo que resulta en un flujo con una alta tasa de bits, cada participante o filtro intermedio puede extraer la calidad requerida. Nuestro marco de QoS está construido alrededor de filtros de red y el concepto de negociadores, así mismo permite el uso de otros esquemas de codificación.



**Figura 4.1 Vista del nivel alto del sistema.**

Los sistemas extremos (terminales móviles y fijas) incluyen un conjunto de métodos de codificación y decodificación de multimedia y de diferentes entidades controladoras de la QoS. Los APs pueden albergar filtros y módulos de control de errores para recibir retroalimentación sobre las condiciones del canal. Los módulos de control de errores pueden robustecer información vital de vídeo, dado que cada AP conoce la capacidad y calidad del canal. La

operación de filtros en flujos de vídeo puede ir desde el muy rápido procesamiento en el nivel de transporte si se descartan cuadros completos de vídeo, un filtro para WaveVideo leería el encabezado de la trama de red analizaría el contenido y decidiría si descarta o envía la trama hasta el procesamiento lento y complejo al nivel de aplicación (la conversión de codificación MPEG a WaveVideo para añadir tolerancia a errores). Típicamente, los filtros escalan los flujos de vídeo para diferentes requisitos (por ejemplo, ancho de banda) y dar servicio a varias MTs cuando se usan dentro de los APs con diferentes condiciones de canal y restricciones de calidad. Filtros rápidos y simples dentro de los nodos de conmutación sirven a diferentes ramales con diferentes niveles de calidad. Todos los filtros se registran ante una autoridad administradora de filtros que será contactada por un negociador de filtros cuando quiera que se necesite escalar un medio.

Diferentes receptores móviles (ver figura 4.1) pueden tener diferentes requerimientos de calidad, se necesita una correspondencia basada en parámetros de QoS de alto nivel para reservar recursos en los sistemas locales (para procesamiento multimedia), intermedios (filtros de red) o remotos y dentro de la red para una comunicación de extremo a extremo que considere la QoS. Considere el codificador de vídeo "C" el cual genera un flujo de vídeo de alta calidad, otras terminales conectadas al mismo conmutador pueden recibir con la misma (se pueden explotar capacidades multidifusión si la red lo soporta) o menor calidad. Para todos los flujos de menor calidad que están directamente conectados al conmutador, se usan filtros en las estaciones terminales o en el emisor para seleccionar la calidad deseada. Para las terminales que no están directamente conectadas al conmutador, pueden usarse filtros (F5, F4, F3) en los enlaces salientes para escalar el flujo de vídeo para que se adecuen los niveles de calidad de todos los receptores subsecuentes. Filtros en los APs (F1, F2) dan servicio a todas las MTs que están registradas en el AP correspondiente, en las MTs receptoras pueden usarse filtros para disminuir el flujo de vídeo para adaptarlo al poder de procesamiento disponible, los filtros ubicados en ruteadores (F6) pueden funcionar como proxies para la LAN conectada. En cada host se ubican varias entidades de administración de QoS usando un concepto de negociador para realizar negociación de QoS, adaptación y correspondencia entre los puntos extremos y los filtros intermedios. Los mapeadores de QoS mapean entre los diferentes niveles de QoS, por ejemplo entre QoS específicas del usuario y de los medios, los administradores de recursos requieren, controlan y reservan recursos locales para garantizar la QoS requerida. Las operaciones de los negociadores realizadas en los filtros, negocian recursos de filtrado y configuran y controlan el comportamiento de los filtros.

El comportamiento dinámico de las terminales móviles es nuestra motivación para combinar un concepto de negociador extendido con filtros de red. Considere el caso en donde MT D2 se mueve del AP2 al AP1, asúmase que D2 esta recibiendo vídeo de alta calidad en color real con tamaño CIF a 24 cps desde AP2 lo que resulta en una capacidad de transmisión de 4Mbit/s y un retraso total de extremo a extremo de 150 ms incluyendo el procesamiento intermedio en F0, F5 y F2, asúmase además que F1 en el AP1 actualmente da servicio a las MTs con vídeo de baja calidad, digamos 3 cps, tamaño QCIF y bajos colores, y que F4 y el enlace entre F4 y F3 esta cerca de ser saturado. Sin administración de QoS en los filtros intermedios, D2 será traspasada de AP2 a AP1 y se disparará una propagación de filtros de tal suerte que finalmente F1 recibirá vídeo de alta calidad, sin embargo, en nuestro escenario esto no es posible debido a las limitaciones de enlace y filtrado entre F4 y F3, introduciendo una arquitectura de administración de QoS en los filtros e intermediarios distribuidos de filtrado, D2 notará la mala calidad del vídeo después del traspaso y contactará a F1 para obtener una calidad más alta. F1 contactará a F3 y finalmente F4 para solicitar la calidad requerida, dado que F4 y el enlace entre F3 y F4 son el cuello de botella, F3 notará que no es posible obtener una mejor calidad de F4, por tanto, contactará vía un intermediario de filtrado a F5 y demandará mayor calidad, F5 puede proporcionar ya la calidad deseada y F3 requerirá su flujo ahora de F5 en lugar de F4. Nótese que

pueden construirse otros casos cuando el retraso de extremo a extremo y el tiempo intermedio de procesamiento de los filtros se tome en cuenta (sí por ejemplo F3 no puede soportar el límite total de 150 ms debido a una posible sobrecarga, dados los altos requerimientos de calidad de D2). La extensión del concepto de negociador de QoS a filtros de red e intermediarios de filtro ofrecerá más flexibilidad, dinamismo y garantías accesibles comparadas [42], tomando en cuenta los comportamientos dinámicos en un ambiente móvil.

#### 4.1.4 NIVELES DE QoS

Las aplicaciones multimedia distribuidas operan a varios niveles para poder proporcionar garantías de extremo a extremo. Pueden identificarse por lo menos tres capas por debajo del usuario de acuerdo con [41]: el nivel de aplicación, nivel de sistema y el nivel de red y dispositivos multimedia. Para establecer un canal de comunicación es necesario un procesamiento de negociación y correspondencia, donde se definen los parámetros de QoS que el usuario ha especificado. Dentro de nuestro marco definimos los siguientes niveles:

- *QoS al nivel de usuario (UserQoS)* está definida por el usuario y expresa la calidad global percibida usando un solo valor. Mientras más alto el valor, mejor la QoS percibida. El usuario define las preferencias usadas para las funciones de correspondencia entre la UserQoS y la AppQoS. Estas preferencias también se usan para calcular una ruta de degradación, el sistema disminuye primero los parámetros menos importantes cuando se dispara una re-negociación debido ya sea a un evento interno (sí por ejemplo, la NQoS cambia después de realizarse un traspaso) o externo (dirigido por el usuario).
- *QoS al nivel de medios y aplicación (AppQoS)* se describe en términos de calidad y relación entre medios. Estos parámetros todavía se expresan en términos de alto nivel y se presentan al usuario. Por ejemplo, el usuario puede especificar que la calidad visual sea buena o usar un mayor tamaño de cuadro. Nótese que definimos intervalos para AppQoS y el sistema intenta mantenerse dentro del intervalo calculado tanto como sea posible.
- *Nivel de sistema y dispositivo (SysQoS)* éstos parámetros describen la utilización del sistema operativo como el uso máximo y mínimo del CPU, el uso de memoria o la disponibilidad y la capacidad de los codecs de medios. Los parámetros de este nivel son invisibles al usuario.
- *QoS al nivel de transporte (TQoS)* se describe en términos de carga y desempeño de la red. El proveedor de servicio de transporte hace la correspondencia final hacia los parámetros de QoS al nivel de red (NQoS). Nótese que también usamos intervalos en este nivel, lo que ayuda a las terminales móviles a recuperarse de fallas temporales del canal y ancho de banda variante.

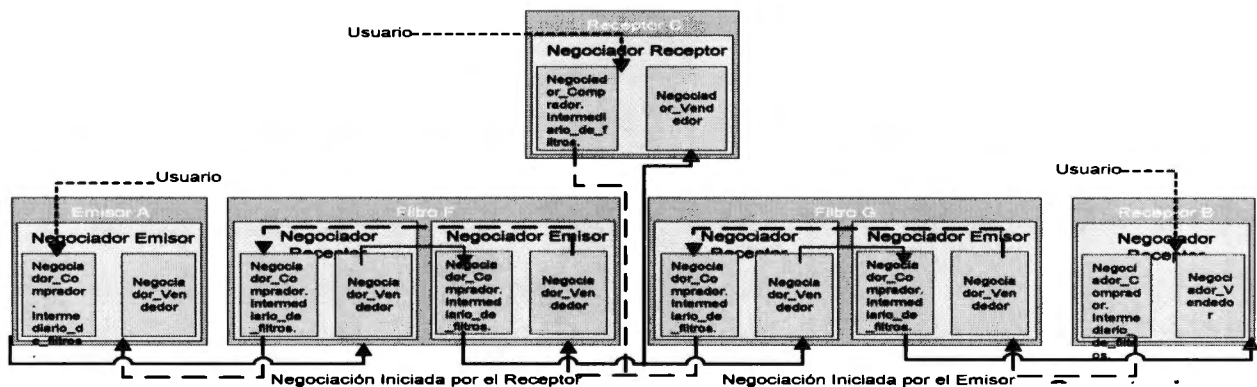
El objetivo para el sistema de administración de la QoS está configurado para mantener una comunicación de extremo a extremo dados los parámetros de QoS en los niveles de aplicación y de usuario bajo las restricciones impuestas por las capacidades de los sistemas local y remoto y de la disponibilidad de recursos en la red y los filtros intermedios.

#### 4.1.5 MODELOS DE NEGOCIADORES.

El concepto de negociación de recursos lo introdujo primero Nahrstedt [41] y se asemeja a la naturaleza de los negociadores humanos los cuales se especializan en tipos particulares de

negociaciones. Los negociadores administran recursos en los niveles de aplicación y de transporte y negocian con la red y otros negociadores remotos. En los compradores [41], son los puntos extremos en un proceso de comunicación, que buscan adquirir recursos de otros puntos extremos dentro del sistema distribuido multimedia, los vendedores ofrecen sus recursos en venta. El proceso de negociación lo inicia el comprador, aquí se extiende éste modelo para incorporar el procesamiento intermedio a nivel de aplicación y transporte, realizado por los filtros de red.

Cada entidad negociadora contiene un comprador y un vendedor, las tareas del comprador son recolectar información acerca de los recursos disponibles localmente tales como uso de CPU, asignación de memoria o capacidades de compresión en hardware, recolectar información sobre recursos de la red así como información de recursos del vendedor remoto. Las tareas del vendedor en el extremo remoto son administrar los recursos remotos y contestar las peticiones hechas por un comprador. Para poder considerar dos escenarios diferentes (inicio de la negociación por el emisor o por el receptor), se identifican dos entidades del protocolo emisor y receptor, los recursos necesarios para conexiones y llamadas de salida (entrada) se manejan por el emisor (receptor). Para explicar ambos modos, considere una videoconferencia donde A quiere transmitir flujos de vídeo y sonido a un participante remoto B.



**Figura 4.2 Modelo de negociación incorporando filtros de red**

A es el emisor y solicita en el papel de comprador recursos de B el cual es un vendedor de sus recursos, al completarse exitosamente una negociación puede establecerse la conferencia y los flujos multimedia pueden transmitirse bajo ciertas garantías de QoS de extremo a extremo. Nótese que en nuestro caso un filtro de red F puede desempeñar el papel de B y si la intención original fuese establecer una conexión entre dos puntos extremos (A y B), ese mismo filtro tiene que comportarse como comprador de recursos de otros filtros como G en la figura 4.2, en la ruta hacia el emisor o como un comprador de los recursos de B. En la segunda forma, llamada negociación iniciada por el receptor, un receptor actúa como comprador de recursos de un emisor para establecer comunicación unidireccional con garantías de QoS. Como ejemplo tómese vídeo en demanda, donde el cliente (receptor B) solicita clips de vídeo del servidor con o sin la intervención de filtros intermedios, otro ejemplo sería un escenario de videoconferencia donde el receptor iniciaría la conexión de la conferencia. Cuando la negociación falla debido a una falta de recursos en los niveles de aplicación o de transporte en el lado del receptor o en un punto intermedio de la red, se utilizan filtros para disminuir la calidad del flujo de vídeo, en este caso incorporamos un intermediario de filtrado el cual decide que filtros debe contactar el receptor para la negociación de la QoS. Este proceso se describe más adelante. Otro ejemplo sería, un árbol multidifusión ya configurado entre el emisor a, filtros F, G y el receptor B, si el receptor C desea unirse al árbol multidifusión su intermediario de filtros encuentra un (o un conjunto de)

filtro (en este caso F) y el comprador-receptor C contacta al vendedor-emisor en el filtro F para contactar al grupo multidifusión y el protocolo comienza a negociar en el nivel de AppQoS entre el negociador-comprador en C y el negociador-vendedor en F.

Nótese que debido a que hay varios niveles de QoS en el sistema y al hecho de que los recursos de red como buffers de salida en los conmutadores son típicamente compartidos y costosos, la asignación y reservación de recursos tiene que desacoplarse entre los subsistemas de aplicación y de transporte, en consecuencia, el comprador y el vendedor se separan en partes de aplicación y de transporte. La negociación y administración de recursos entre las partes (por ejemplo, emisor y receptor) se realiza en el nivel de aplicación y en el de transporte, se establece una comunicación al mismo nivel entre las partes de aplicación y transporte del comprador y del vendedor, se usa una comunicación de capa a capa dentro de los compradores o vendedores y las partes de aplicación y transporte para, por ejemplo, mapear parámetros de QoS.

En síntesis, las tareas del negociador-emisor son coordinar los recursos locales para conexiones salientes y entradas de medios en términos de QoS a nivel de usuario, aplicación, sistema y transporte mientras que el negociador-receptor es responsable de las conexiones entrantes y de la presentación de los medios. Los protocolos de vendedor y comprador residen en el emisor, receptor o filtro y se activan en respuesta a una petición de un emisor o un receptor. El intermediario de filtros se activa cada vez que la red o un receptor no pueden proporcionar los recursos necesarios. Se identifican varias máquinas de estados (emisor-comprador, emisor-vendedor, receptor-comprador, receptor-vendedor, filtro-comprador, filtro-vendedor, filtro intermediario) y se activan dependiendo su ubicación (emisor, receptor, filtro) y su papel (comprador, vendedor). Nótese que el emisor en un escenario de videoconferencia debe generar siempre (capturar y comprimir) los medios con la máxima calidad posible, es cuestión de los receptores contender con la calidad, y si no tienen recursos suficientes tendrán que disminuir la calidad de acuerdo con la QoS de extremo a extremo deseada.

#### 4.1.6 ADMINISTRACIÓN DE LA QoS.

Típicamente, un usuario no tiene interacción con parámetros de bajo nivel como la tasa de pérdida de celdas, en lugar de eso prefiere especificar sus preferencias para establecer comunicaciones remotas. Existen varias propuestas para interfaces de usuario adecuadas como solicitud de calidad por ejemplo ver [54] y un diseño óptimo es aún una cuestión no resuelta. Una interfaz de usuario óptima debe balancear la complejidad de la entrada del usuario con funcionalidad, como se presenta en [46]. En dicha referencia se da a conocer. Una interfaz de usuario intuitiva con la opción de especificar valores más precisos, un simple control deslizante indica la calidad global percibida a nivel de usuario QoS,  $Q_{glob}$  y va desde calidad baja hasta alta (0...100%). Una lista de prioridades se usa para convertir  $Q_{glob}$  en AppQoS.

Se han ocultado del usuario varios parámetros de bajo nivel tales como los métodos de compresión de sonido o vídeo porque pueden ser manejados por la administración de QoS, sólo se presentan los parámetros que influyen en la percepción del usuario. En el caso de vídeo, lo que influye esta percepción es la combinación de tamaño y velocidad de cuadro, color y calidad visual. Para un codec de vídeo dado pueden soportarse muchas combinaciones en los niveles de QoS de sistema y de transporte, los ajustes de prioridades ayudan a decidir que combinación prefiere el usuario. Nótese que los parámetros de AppQoS definen intervalos y que el usuario puede establecer los límites (por ejemplo: la velocidad de cuadro (TV-rate)= [24...30 cps]). Dada la  $Q_{glob}$  y la lista de prioridad, podemos derivar los intervalos en el nivel de AppQoS, basados en éstos intervalos, podemos calcular los intervalos en el nivel de TQoS para un codec dado. La idea del mecanismo de negociadores es para obtener intervalos adecuados para AppQoS y TQoS de



extremo a extremo, nótese que hablar de TQoS sólo es válido entre entidades del mismo nivel (emisor-intermediario de filtros, filtro-filtro, filtro-receptor o emisor-receptor si no se usan filtros) y que puede variar entre nodo y nodo debido a las operaciones de filtrado intermedias.

#### 4.1.6.1 MAPEO DE LA QoS

En nuestro marco, varios mapeadores de QoS realizan funciones de mapeo para calcular los parámetros de QoS a varios niveles, en primer lugar, se necesita un mapeo entre la calidad global deseada y los parámetros de AppQoS lo cual involucra las preferencias de usuario y el parámetro de calidad global  $Q_{glob}$ . Cada categoría de AppQoS  $x \in \{\text{calidad visual, colores, tamaño de cuadro, velocidad de cuadro, demora, sincronía, costo}\}$  recibe una prioridad única  $p_x \in \{1, \dots, 7\}$ . A mayor  $p_x$  corresponde mayor prioridad, basándonos en  $Q_{glob}$  y  $\{(x, p_x) \mid x = \{1, \dots, 7\}\}$  escogemos ponderaciones  $w_x$  para cada  $p_x$  con:

$$\sum_{i=1}^7 w_i = 1, \quad w_i > w_j \text{ para } i > j.$$

Mientras más alto  $w_x$  más alta la prioridad. Cada categoría  $x$  se divide en un número variable de intervalos  $r_x(x)$  con límites definidos por el usuario.

Calculamos el número de intervalos

$$I(Q_{glob}, w_x, x) = \left\lceil \frac{Q_{glob} \cdot w_x}{Q_{max} \cdot w_{max}} r_x \right\rceil,$$

Donde  $Q_{max}$  denota máxima calidad (100%) y  $w_{max} = \max \{w_x, x = 1, \dots, 7\}$ . Basándonos en ponderaciones encontradas experimentalmente  $\{w_1=0.2, w_2=0.18, w_3=0.16, w_4=0.14, w_5=0.12, w_6=0.11, w_7=0.09\}$  e intervalos definidos para la velocidad de cuadro (ver tabla 4.1) tabulamos el número de intervalos para varios valores de ejemplo de  $Q_{glob}$  en la tabla 4.2. Este mapeo define intervalos en el nivel AppQoS junto con límites definidos por el usuario. Se desea una granularidad fina para los intervalos de AppQoS porque permite un ajuste preciso.

| Velocidad de Cuadro          | Intervalo      | No. De intervalo |
|------------------------------|----------------|------------------|
| Cuadros sueltos              | [0,...0.5 cps] | 1                |
| Video phone (modem)          | [0.5,...4 cps] | 2                |
| Video phone (ISDN)           | [4,...8 cps]   | 3                |
| Video phone en modo ethernet | [8,...24 cps]  | 4                |
| Velocidad de TV o mayor      | >24 cps        | 5                |

**Tabla 4.1 Mapeo de  $Q_{glob}$  a intervalos de AppQoS.**

El mapeo entre AppQoS y TQoS depende del codec y de las características del sistema de transporte, se evalúan varios ajustes de filtrado para WaveVideo [42]. Se usan tablas para realizar el mapeo a un ancho de banda máximo y diferentes preferencias se usan para generar las tablas de mapeo, pero éste depende de la actividad en el vídeo elegido por lo que no se pueden derivar valores fijos. El mapeador de AppQoS a TQoS necesita ya sea una base de datos, donde se almacenen tablas adecuadas para cada codec o bien una interfaz de mapeo de QoS proporcionada

por cada codec, en la segunda opción el codec de vídeo debería calcular un conjunto de intervalos de TQoS basándose en intervalos dados de AppQoS, para establecer conexiones de red, estos intervalos de TQoS tienen que mapearse a QoS de la red basado en un proveedor de transporte determinado, la conexión se establece usando el punto operacional más alto dentro de los intervalos calculados, si los recursos no son suficientes en la red, se restablece la conexión usando el punto operacional más bajo dentro de los mismos intervalos, si también esto falla se necesita una renegociación (evento interno). De otra forma se incrementará la calidad sucesivamente, restableciendo a conexión en puntos operacionales más altos.

| $Q_{glob}$ | 1 | 25 | 50 | 75 | 100 |
|------------|---|----|----|----|-----|
| $w_x, p_x$ |   |    |    |    |     |
| 0.20       | 1 | 2  | 3  | 4  | 5   |
| 0.18       | 1 | 2  | 3  | 4  | 5   |
| 0.16       | 1 | 1  | 2  | 3  | 4   |
| 0.14       | 1 | 1  | 2  | 3  | 4   |
| 0.12       | 1 | 1  | 2  | 3  | 3   |
| 0.11       | 1 | 1  | 2  | 3  | 3   |
| 0.09       | 1 | 1  | 2  | 2  | 3   |

**Tabla 4.2 Número derivado de intervalos para una velocidad de cuadro**

#### 4.1.6.2 PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE QoS

En principio, el procedimiento de control de QoS puede ser iniciado por el emisor o el receptor. El inicio por el emisor, requiere que el emisor sea el comprador de recursos, mientras que el inicio por parte del receptor percibe al emisor como el vendedor de los recursos, se usa señalización para intercambiar información entre las diferentes entidades usando los siguientes mensajes:

- **accept.** Como respuesta de la posibilidad de un vendedor para asignar recursos.
- **reject.** Indica la incapacidad de un filtro-vendedor para proporcionar los recursos solicitados, si ocurre un time-out o si no se encuentra un filtro adecuado (en este caso es el intermediario de filtros el que envía el reject)
- **modify.** Como respuesta a la situación en donde un vendedor debe relajar los requisitos de recursos pero el límite superior del vendedor todavía satisface el intervalo del comprador.
- **filterrequest.** Como una respuesta a una situación en donde la AppQoS del vendedor es menor que la del comprador y el vendedor no tiene o no quiere incrementar los recursos para soportar la AppQoS del comprador.

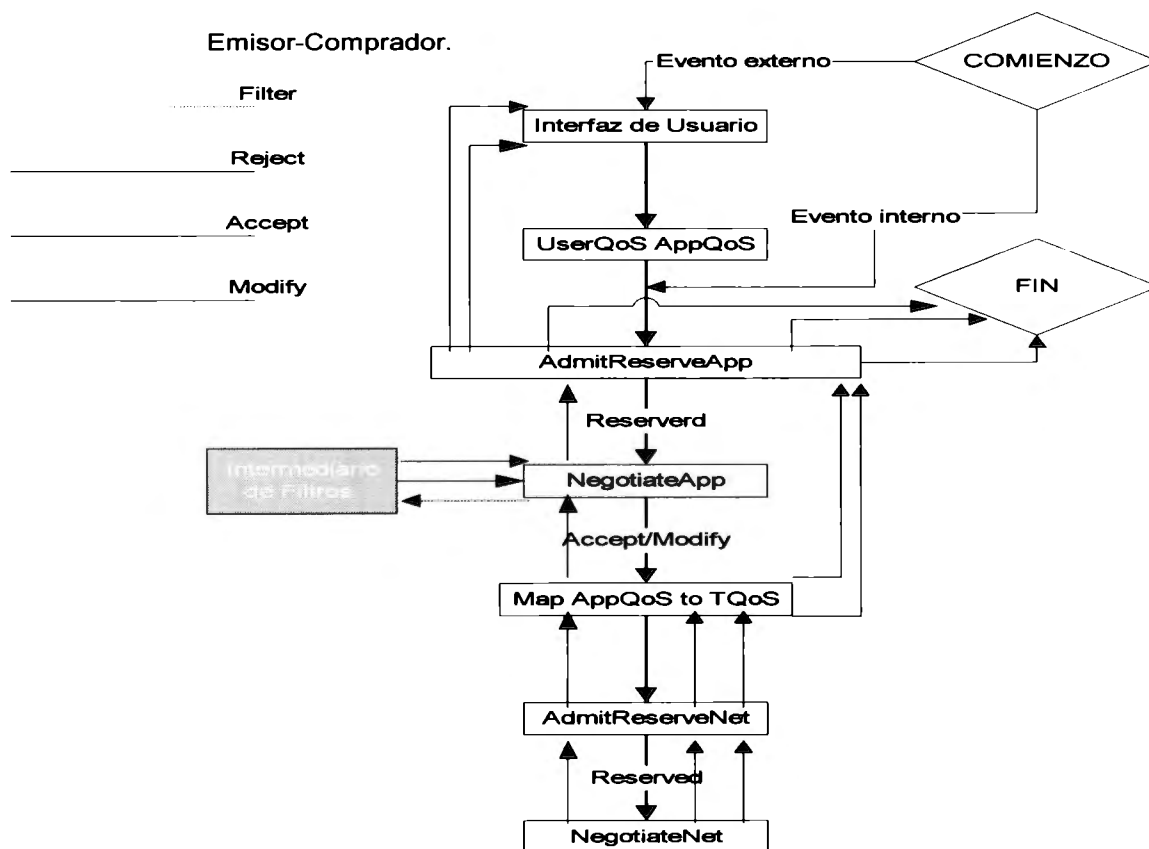
Como respuesta a un mensaje filterrequest, se contacta al intermediario de filtros para buscar un filtro adecuado para escalar los flujos a las capacidades del receptor. El siguiente ejemplo explica las señales en el caso de que el servidor inicie la negociación.

El comprador desea recursos para enviar vídeo a [20,...24 cps], si los recursos del vendedor permiten sólo [8,..12 cps], se envía filterrequest, si se permiten [18,..22 cps] se envía modify([20,..22]), si se tiene el caso [20,..24 cps] se envía accept, un filtro enviaría reject si no

puede realizar las operaciones de filtrado solicitadas dentro del ámbito de sus recursos y estrategias.

Para el enfoque iniciado por el emisor, comenzamos con el usuario quien desea enviar un flujo de medios a un participante remoto dando una cierta UserQoS; la UserQoS se mapea a AppQoS como se describe en la sección 4.1.5.1 obtenemos un conjunto de intervalos para los parámetros de AppQoS y el valor máximo de cada intervalo se usa para mapear a parámetros de SysQoS locales. El administrador de recursos se contacta usando los límites superiores para pruebas de admisión como pruebas locales de velocidad (por ejemplo para probar si el sistema es capaz de capturar y comprimir a 24 cuadros por segundo) una prueba de demora de extremo a extremo para verificar los límites máximos de retraso. Después de reservar exitosamente los recursos locales, el comprador local inicia la negociación con el vendedor remoto en el nivel de AppQoS incluyendo los métodos de compresión ofrecidos y deseados y los intervalos de AppQoS, este intercambio de información puede realizarse varias veces y al final el emisor y el receptor conocerán los métodos de compresión disponibles, desde luego que datos específicos de la aplicación como nombres de usuario también pueden intercambiarse, nótese que en este punto no comenzamos a negociar a nivel de transporte porque no conocemos a priori si se necesita un filtro intermedio.

El conocimiento de los métodos de compresión y la calidad ofrecidos auxilia al vendedor para decidir si es necesario un filtro para escalar los medios o para traducir códigos, la traducción introduce más demora que la descompresión pero ahorra ancho de banda, si se elige por descomprimir, el ancho de banda necesario entre el filtro y el receptor puede ser muy alto y el filtro puede descartar uno de cada dos cuadros si las preferencias o el receptor lo sugieren.



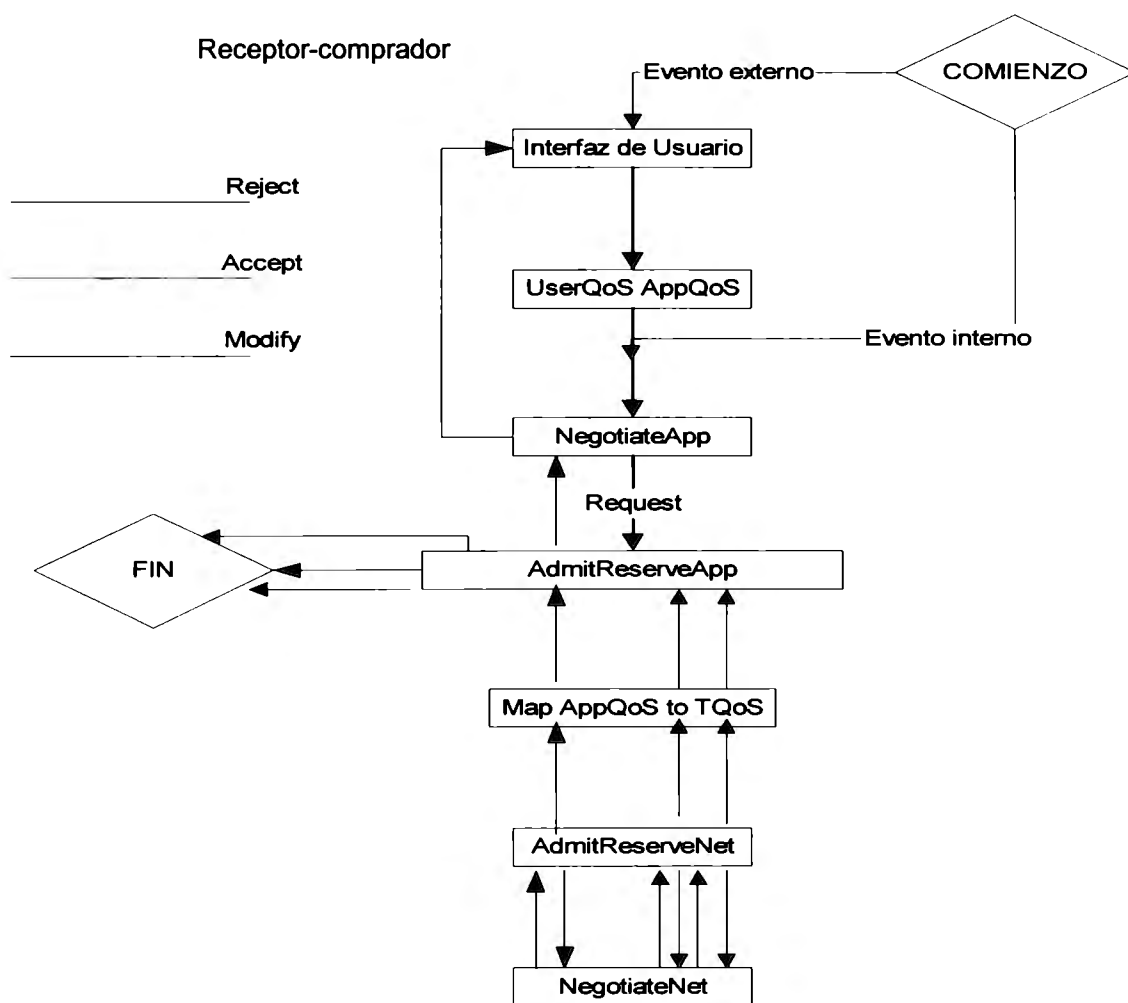
**Figura 4.3 Protocolo del emisor-comprador**

El vendedor tiene tres posibilidades para responder a una cierta petición con determinados valores de AppQoS: accept, modify o filterrequest. Describiremos ahora como el comprador en el emisor reacciona a una respuesta accept o modify enviada por el vendedor en el receptor. Se continua con la traducción y negociación de la QoS en el nivel de transporte invocando las funciones de mapeo de QoS en el comprador, el cual traduce los intervalos de AppQoS a intervalos de TQoS en función de un codec dado usando un mapeador de QoS, el comprador invoca pruebas de admisión en el subsistema de transporte como demora, ancho de banda entre puntos extremos basándose en el límite superior de la TQoS. Después de una admisión exitosa, la negociación con la red subyacente comienza en base a cada conexión, es necesaria una traducción de TQoS a NqoS y se invoca la negociación con nodos intermedios de la red usando el límite superior de TqoS. Si estos parámetros de TQoS no pueden soportarse, se prueba con los límites inferiores y se establece la conexión, mas adelante los valores de TQoS pueden incrementarse sucesivamente hacia el límite superior para incrementar la TQoS y por lo tanto la AppQoS poco a poco. Esto es útil para las condiciones variantes de QoS y de canal en las redes inalámbricas. Si ni siquiera el límite inferior puede soportarse con los recursos disponibles, se envía reject a NegotiateApp (ver figura 4.3) para contactar al intermediario de filtros en la búsqueda de un método de compresión mejor, se liberan los recursos en el nivel de TQoS y se reinicia la negociación con un filtro-vendedor; de otra manera, el paso final del comprador es esperar por una respuesta exitosa del administrador de recursos de red y la respuesta del vendedor en el nivel de transporte.

Si el comprador recibe un filterrequest, se contacta al intermediario de filtros con los intervalos de AppQoS del emisor y el receptor y los identificadores de usuario para contactar un (conjunto de) filtro(s) apropiado(s). Existen dos conceptos arquitectónicos para la ubicación de los filtros de red: dentro de un árbol multidifusión existente, donde se instalan filtros ya sea en cada rama de la fuente a los receptores o bien en ubicaciones fijas seleccionadas. Es tarea del intermediario de filtro contactar los filtros apropiados dependiendo si el enfoque es manejado por el receptor o el emisor. Para el escenario multidifusión controlado por el receptor, cada filtro puede conocer el destino de su predecesor en camino a la fuente. El enfoque controlado por el emisor requiere que protocolos de ruteo conscientes de la QoS en los niveles de AppQoS y TQoS seleccionen los mejores filtros. Considere por ejemplo, el caso donde el receptor 4 (ver figura 4.1) desea unirse a la conferencia y actúa como un receptor-comprador; debe contactar al vendedor dentro del filtro 2 con el intervalo de AppQoS deseado, el filtro 2 ya está recibiendo un flujo de medios comprimido y si la AppQoS corresponde, se procede a la negociación al nivel de TqoS, en el caso en que el receptor 4 demande mayor AppQoS que la que el filtro 2 recibe esto llevaría a una propagación de la solicitud de filtro [49] y el comprador en el filtro 2 contacta al vendedor en el filtro 5 todavía en el nivel de aplicación, finalmente, esta propagación podría detenerse en un filtro que soporte el intervalo deseado para AppQoS, por ejemplo el filtro 5 y todos los filtros intermedios se ajustan para escalar apropiadamente los medios y tener recursos reservados en el nivel de AppQoS. Como un último paso la negociación sigue en el nivel de TQoS después de mapear los intervalos de AppQoS a TQoS tanto para los flujos de entrada como de salida. Si existe una escasez de recursos de sistema o de red en un nodo intermedio, la propagación de filtros no puede completarse, los recursos reservados se liberan y se informa al receptor-comprador, los valores originales de AppQoS se disminuyen de acuerdo a la ruta de degradación basada en las preferencias del usuario y se dispara una renegociación en el nivel AppQoS nuevamente.

Para el caso manejado por el receptor existen dos posibilidades: o bien cada receptor conoce el filtro más próximo en el árbol multidifusión con destino al emisor (caso estático) o por el

contrario, el receptor desconoce dicho filtro. Para el segundo caso, el comprador dentro del receptor tiene que contactar al intermediario de filtros para obtener el mejor conjunto de posibles filtros esto, sin embargo, requiere de protocolos de enrutamiento que tomen en cuenta la QoS pero da más flexibilidad que el primer caso. Los mecanismos para contactar negociadores en los filtros o en el receptor son similares a los usados en los casos controlados por el emisor. Se puede ver una desventaja en el escenario multidifusión controlado por el receptor en la ruta fija (árbol multidifusión) entre el emisor y los receptores. Puede ser imposible para un receptor nuevo con requerimientos de alta calidad unirse al grupo multidifusión en posición de hoja, ya que esto puede ocasionar una propagación de filtrado que no sea posible en el caso de que un filtro intermedio pudiera sobrecargarse. En cambio en el caso controlado por el emisor, un intermediario de filtros puede encontrar una ruta diferente usando filtros con carga ligera.



**Figura 4.4 Protocolo de receptor-vendedor.**

El vendedor en un punto extremo puede recibir señales de un comprador dentro de un filtro en la red o bien, el vendedor en el filtro puede recibir señales de un comprador en el emisor o en otros filtros de red. Nótese que para garantizar la demora de extremo a extremo y el nivel de perturbación, las demoras y perturbaciones producidas en los filtros intermedios tienen que incorporarse en el calculo total de estas cantidades, esto generalmente limita el numero de filtros para conferencias en tiempo real debido a la sobrecarga adicional en el procesamiento y donde, para garantizar la interactividad, es deseable un limite superior para la demora de extremo a

extremo en un sentido de 150 ms. Nuestro protocolo de mapeo y negociación de la QoS soporta también servicios de distribución como la entrega de secuencias pregrabadas de vídeo MPEG-2, en estos casos, puede tolerarse una demora mucho mayor (típicamente de hasta un segundo) lo cual permite el uso de varios filtros entre el emisor y receptor.

La primera tarea del vendedor (ver figura 4.4) es esperar a recibir una solicitud de ciertos valores de AppQoS (incluyendo los métodos de compresión de medios ofrecidos) desde un comprador en el emisor, se invoca una rutina de comparación entre la AppQoS recibida y sus propios intervalos de AppQoS. El servicio de admisión es iniciado basándose en los límites superiores del intervalo y se envía de regreso la señal accept al comprador remoto dentro del subsistema de aplicación si puede establecerse una correspondencia. Por otra parte si la AppQoS del vendedor es menor que la del comprador y el vendedor no tiene o no desea incrementar los recursos para soportar la AppQoS del comprador o bien los codecs no son compatibles, se envía una señal filterrequest de regreso al vendedor con la AppQoS que se desea recibir y un conjunto de los formatos de codificación soportados, es tarea ahora del comprador remoto seleccionar un (conjunto de) filtro(s) apropiado contactando al intermediario de filtros, en ésta etapa la comunicación entre el emisor-comprador y el receptor-vendedor se interrumpe y el receptor-vendedor espera la señal request de un filtro-comprador y el protocolo (receptor-vendedor) comienza otra vez.

#### **4.1.6.3 FILTROS DE RED E INTERMEDIARIOS DE FILTROS.**

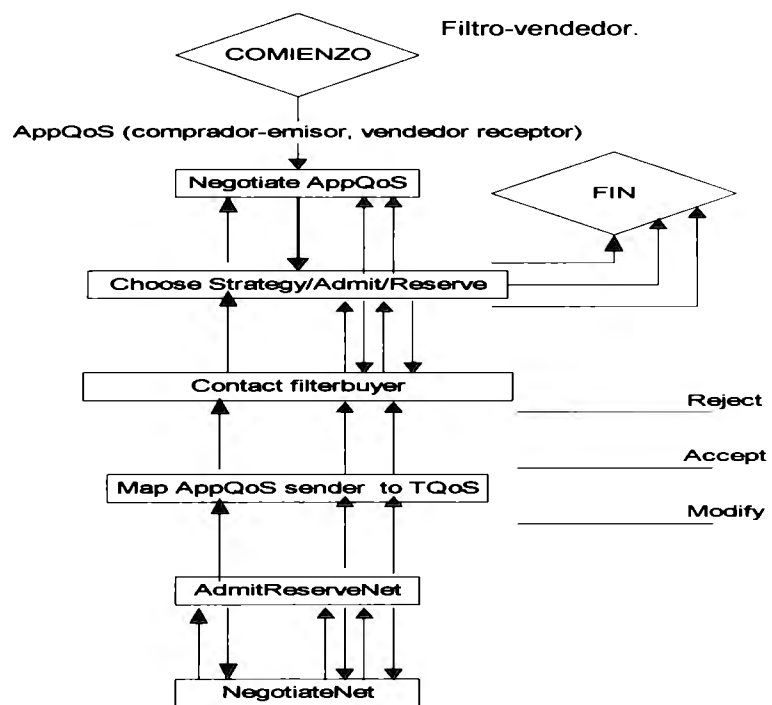
En un ambiente multidifusión de receptores heterogéneos y con diferentes requisitos de QoS, en términos de ancho de banda o poder de procesamiento, los filtros de red pueden usarse para escalar los medios transmitidos. En contraste con el enfoque bien conocido donde un emisor utiliza métodos de codificación de vídeo en capas para generar flujos separados cada uno representando diferentes niveles de calidad y cada receptor se suscribe a tantos canales como sus recursos y características de QoS lo permitan [34] los filtros pueden descartar paquetes en forma selectiva y ofrecen mayor flexibilidad. El primer enfoque está limitado típicamente a unos pocos canales y niveles de calidad debido a la sobrecarga de sincronización y multiplexado. WaveVideo permite generar un flujo basado en paquetes de red marcados lo que permite a los filtros extraer la calidad deseada y elegir entre mas de 1800 diferentes niveles de calidad a 25 cps, las operaciones de filtrado de WaveVideo son altamente eficientes y típicamente se ocupan 5  $\mu$ s en cada paquete [42]. Una operación de filtrado consiste típicamente de una o dos búsquedas en tablas y una decisión, ya sea que el paquete debe reenviarse al receptor o descartarse. Nótese que las tablas en los filtros de red se preparan dependiendo de la AppQoS del emisor y del receptor así como de las preferencias del receptor.

En el marco que proponemos, se pueden usar los siguientes tipos de filtros:

- Filtros emisores, se invocan para el enlace de salida en los casos en que se ha establecido un acuerdo sobre la AppQoS pero no puede negociarse al nivel de la TQoS. Esto sucede típicamente cuando la red en el punto emisor no es capaz de soportar la TQoS calculada.
- Filtros de red, se invocan cuando existe una discordancia entre el tipo de medio solicitado y ofrecido en el emisor y receptor o cuando el receptor no puede manejar la AppQoS ofrecida.
- Filtros receptores, disminuyen la calidad para adaptarse a requerimientos de consumo de energía en procesadores móviles. Esto es útil particularmente si un filtro de red en un AP da servicio a varias MT's con una calidad superior en común y cada MT pueda descartar tramas antes de descomprimir.

Los filtros emisores tratan de reducir la carga en la red sin influir significativamente en el uso de CPU local, en el caso de codecs de vídeo multi-resolución como WaveVideo se pueden usar el descarte de paquetes para disminuir la velocidad de cuadro, el descarte de sub-bandas para disminuir el tamaño de cuadro o el número de colores o descartar capas de cuantificación para adaptar la calidad del vídeo. Estos mismos mecanismos pueden aplicarse en los filtros de red para adaptarse a receptores heterogéneos pero esto claramente depende del codec usado.

Cada filtro se registra en un administrador de filtros dedicado su ID, tipo de filtro, métodos de compresión soportados tanto para conexiones entrantes como salientes, un intermediario de filtros puede entonces determinar que filtro-vendedor debe contactar para realizar las operaciones de filtrado. La especificación de los métodos de compresión para las conexiones de entrada y salida y los rangos de AppQoS se envían como parámetros, el filtro entonces elige una estrategia de filtrado para escalar el flujo de medios dadas las restricciones para la AppQoS y realiza pruebas de admisión locales. Si no hay una estrategia apropiada disponible o se determina una falta de recursos el filtro-vendedor envía la señal reject al intermediario de filtros el cual continúa buscando en todos los filtros. No hay necesidad de que el emisor y el receptor usen los mismos métodos de compresión lo cual lleva a una arquitectura de administración de la QoS muy flexible especialmente si existen usuarios móviles. Si por ejemplo el emisor en la parte fija de la red utiliza una tarjeta de hardware para codificar MPEG-2 y envía vídeo de alta calidad a un grupo multidifusión, una terminal móvil (MT) puede también descargar el mismo vídeo con una menor calidad si un filtro intermedio transcodifica MPEG-2 a un flujo de vídeo que la MT pueda decodificar. Para este caso tanto el emisor como el receptor determinaron una discrepancia en los codecs durante la fase de negociación en el nivel de AppQoS de tal manera que el intermediario de filtros pueda encontrar un filtro transcodificador apropiado.



**Figura 4.5 Filtro-vendedor.**

De otra manera, el filtro-vendedor (vea Figura 4.5) contacta al filtro-comprador en el mismo nodo para comprar recursos del receptor-vendedor en el host de destino o de otro filtro-vendedor intermedio, en este caso adopta el papel del emisor-comprador original pero incluye el tiempo de procesamiento de filtrado en el cálculo de la demora total. Después de una negociación exitosa en el nivel de AppQoS entre el emisor y el receptor, se continua con la negociación a nivel de TQoS comenzando entre el último filtro-comprador y el emisor / receptor, prosigue entre el penúltimo filtro y el último y así sucesivamente. Finalmente la negociación al nivel de TQoS termina entre el emisor comprador y el primer filtro-vendedor. Como un último paso un servicio de admisión global es iniciado en el subsistema de transporte de cada filtro como una respuesta a un reconocimiento enviado a todos los filtros por el emisor-comprador.

#### **4.1.6.4 ADAPTACIÓN DE LA QoS.**

Malas condiciones de radio transmisión muy probablemente puedan ocasionar una violación de los contratos de tráfico existentes, las aplicaciones deben adaptarse automáticamente para ocultar el comportamiento del enlace inalámbrico al usuario. Las funciones de mapeo de QoS basadas en intervalos se usan para contender con fluctuaciones de corta duración, los ajustes actuales determinan un punto operacional dentro del poliedro de restricciones de QoS y el sistema trata de permanecer dentro de los límites. Basándose en las preferencias del usuario, se calcula la ruta de degradación para adaptarse a cambios en la QoS de larga duración, cuando por ejemplo, la MT se traspasa a una celda próxima con mayor población y menor ancho de banda disponible. Los protocolos pueden comenzar basándose en eventos externos como la interacción con el usuario (si el usuario cambia sus preferencias o los límites de los intervalos) o eventos internos ocasionados por conexiones interrumpidas o cambios en la QoS de red.

Se envía una señal filterrequest cuando la TQoS cae por debajo del límite inferior, si un filtro-comprador recibe un filterrequest de un receptor-vendedor, pueden activarse módulos de control de errores en el filtro para proteger a la capa base de vídeo para que pueda contender con fluctuaciones cortas frecuentes, adicionalmente, el filtro puede descartar mas paquetes de acuerdo con las preferencias del usuario para disminuir el ancho de banda de salida y ayudar a las MT a recibir algo de vídeo, tan pronto como se incremente la calidad de la señal, pueden desactivarse los módulos de control de errores y puede volver a enviarse la calidad original. Este proceso puede llevar a una propagación de filtros hacia el emisor para el enfoque iniciado por el receptor descrito antes. Los subsistemas de radio en los puntos de acceso (APs) típicamente conocen la capacidad instantánea al aire y la calidad de la señal lo que puede ser incorporado en el marco de la QoS enviando señales a los negociadores en ciertos intervalos de tiempo para decidir entre cambios de corta duración (debidos a un debilitamiento de la señal) y de larga duración (debidos a un traspaso completado), pueden usarse temporizadores para determinar si la calidad recibida difiere de la esperada y puede dispararse una renegociación después de un cierto tiempo.

#### **4.1.7 TRABAJO FUTURO SOBRE QoS.**

En este trabajo se diseña una arquitectura única adecuada a garantías flexibles de QoS de extremo a extremo para redes y receptores heterogéneos, se integran redes alambradas e inalámbricas y terminales móviles y fijas con codificadores y decodificadores de medios, módulos de control de errores y filtros. La negociación de QoS de extremo a extremo se divide entre los niveles de aplicación y de transporte, se proveen funciones de mapeo entre los diferentes niveles de QoS y



se extiende el concepto de negociador para soportar filtros de red. Las ideas principales se basan en el hecho de que debido a las condiciones variantes del canal no pueden darse garantías rígidas de QoS en el nivel de transporte, cuando se incorporan redes móviles. Garantías flexibles se introducen mediante intervalos de QoS definidos por el usuario en los niveles de aplicación y transporte. El sistema en su totalidad trata de mantenerse dentro del intervalo de AppQoS negociado durante el mayor tiempo que sea posible. La extensión del concepto de negociador de QoS a los filtros de red permite un ajuste eficiente de los flujos de medios para receptores heterogéneos bajo restricciones dadas de QoS de extremo a extremo incluyendo el procesamiento de los medios en los filtros intermedios. Se describe la propagación automática de filtros bajo restricciones de AppQoS dadas en un escenario multidifusión controlado por el receptor. El impacto de fluctuaciones cortas en la QoS de la red comunes en redes móviles se disminuye mediante intervalos de AppQoS definidos por el usuario, el uso de codecs de medios tolerantes a errores apropiados como WaveVideo y módulos de control de errores. El impacto de cambios duraderos en la QoS de la red se reduce siguiendo las rutas de degradación de QoS precalculadas basándose en las preferencias del usuario, el uso del ajuste automático de los filtros de red y su propagación para un escenario multidifusión controlado por los receptores combinado con mecanismos de regulación de la QoS de extremo a extremo basados en un concepto modificado de negociador.

Actualmente se está modelando la arquitectura de negociadores y los diferentes protocolos necesarios para la negociación entre filtros, emisores y receptores usando SDL. Para implantaciones futuras. Se investiga Corba con extensiones de tiempo real como una plataforma de producción flexible para la arquitectura de negociadores extendidos. La renegociación debe ser rápida para trasposos y adaptaciones de corta duración, sin embargo el estándar Corba no ofrece el desempeño suficiente. El subsistema de comunicación de sonido / vídeo está en prototipo y las pruebas de desempeño preliminares [46] mostraron una arquitectura prometedora con flexibilidad superior. El trabajo futuro en la arquitectura de QoS incluye ruteo basado en QoS para los casos controlados por el emisor. El cómo encontrar la mejor combinación de filtros para una configuración dada del sistema dependerá del costo total introducido por las operaciones de la red y los filtros y los recursos de los sistemas terminales una vez que se este usando tarificación en la red. La minimización de un costo definido por el usuario debe incluirse en los mecanismos de adaptación y mapeo de la QoS, es necesaria una interfaz más genérica para los codecs para el mapeo entre AppQoS y TQoS. Otra cuestión pendiente es el balanceo dinámico de la carga entre todos los filtros y el re-enrutamiento de conexiones de red existentes basado en restricciones dadas para la QoS de extremo a extremo.

## **4.2 TRASPASO MICRO CELULAR EN ATM INALÁMBRICO.**

Se pueden crear redes ATM inalámbricas adicionando soporte a funciones de movilidad a conmutadores fijos de ATM. En esta sección se describe en principio una posible red ATM inalámbrica y su arquitectura de protocolos basada en la "adición modular" de soporte a funciones de movilidad. Esta arquitectura establece un amplio contexto en donde puede llevarse a cabo futura investigación en WATM (Wireless ATM) para detallar la variedad de sus componentes. En este contexto, ésta sección presenta una solución unificada para una de las funciones de soporte a la movilidad más importantes, el protocolo de traspaso para los trasposos intra-conmutador.

El éxito de sistemas celulares digitales de segunda generación (GSM) ha traído grandes expectativas por la tercera generación de sistemas celulares basados en ATM inalámbrico [55]. Existe una demanda en constante incremento de servicios inalámbricos de alta velocidad que permitan la transmisión simultánea de datos, vídeo y voz. Para apoyar estas expectativas, las organizaciones internacionales de estándares tales como el Foro de ATM han estado activas recientemente en varias cuestiones relacionadas con ATM inalámbrico.

Debido a la amplia gama de servicios soportada por las redes ATM, se espera que la tecnología ATM se convierta en la tecnología dominante para redes dorsales. Es natural anticipar una integración de las tecnologías de redes inalámbricas con la transmisión ATM para cubrir efectivamente todo tipo de demandas de servicios. Una perspectiva de las redes ATM se presenta en [56], presentando conceptos de ATM y analizando los requisitos para ATM inalámbrico, particularmente para las funciones de radio y el control de la capa de enlace de datos.

ATM inalámbrico puede construirse mediante una mejora de una red ATM existente y consistente en el soporte de movilidad. Las conexiones en curso deben soportarse cuando los usuarios móviles se desplacen entre varios puntos de acceso (AP Access Points) (considerando la versión en ATM de las Estaciones Base de Transmisión, BTS). El traspaso es por tanto una de las cuestiones en investigación, más importantes sobre ATM inalámbrico. Un esquema de traspaso que pueda asegurar un intercambio de tráfico ATM sin pérdidas ni interrupciones representa un avance crucial hacia una solución de ATM inalámbrico [57].

Esta sección presenta un esquema de traspaso micro celular intra-conmutador el cual está basado y a su vez en mejorar el esquema descrito por el foro ATM [58]. También se analizan otros esquemas de traspaso [57, 60, 62]. Se asume que la parte de acceso por radio del esquema es comparativamente independiente. Este trabajo se enfoca en la parte de ruteo de red para proveer un mecanismo robusto de traspaso que tenga en consideración tantas situaciones como sea posible. Un traspaso intra-conmutador es aquel en el que tanto el AP inicial como el final están conectados al mismo conmutador ATM. El mecanismo propuesto puede ser extendido para traspasos inter-conmutadores, o sea traspasos en los que el AP inicial y el nuevo se conectan a conmutadores ATM distintos.

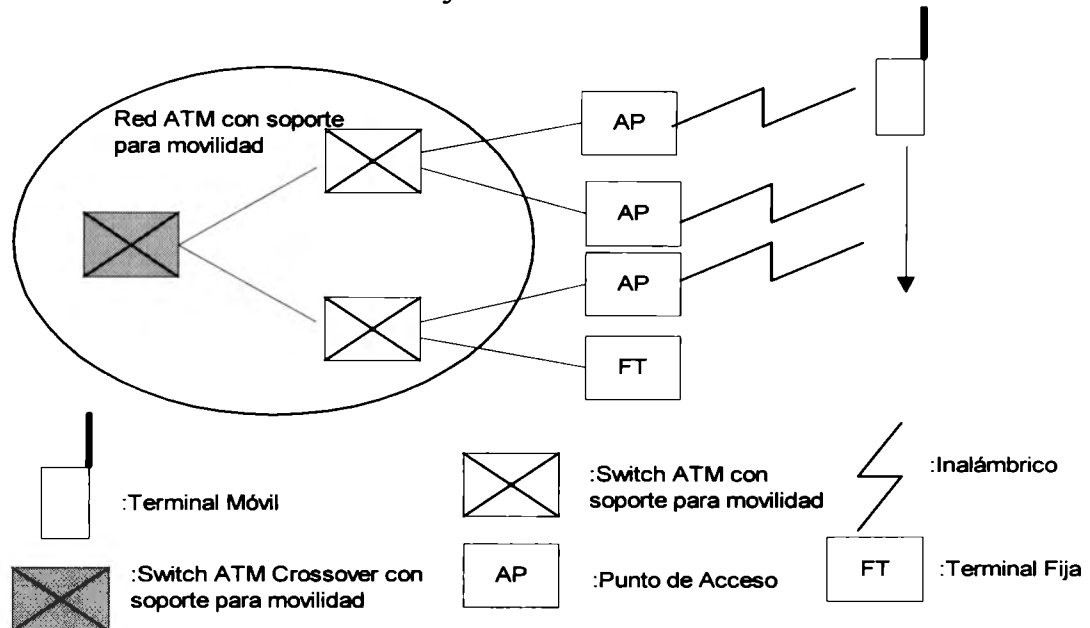
Se procura apoyar el trabajo en WATM del foro ATM así como de otras organizaciones relevantes a la comunidad de investigación en WATM. Por tanto se usan los mismos conceptos y formatos de especificaciones usados por el Foro ATM [58] se describe cuidadosamente como la propuesta de la arquitectura genérica de protocolos WATM y específicamente el protocolo de traspaso difieren de los de trabajos anteriores y en que aspectos las soluciones propuestas mejoran a las antiguas.

A continuación en la sección 4.2.1, se describe la arquitectura de la red WATM. En la sección 4.2.2, se propone la arquitectura del protocolo WATM. En el inciso (4.3) analiza primero los requisitos del traspaso para WATM, discute diferentes tipos de traspaso y revisa soluciones anteriores. A continuación, un mecanismo de traspaso intra-conmutador basado en el híbrido de dos protocolos de traspaso WATM es propuesto y evaluado. Así también en la sección 4.4.3 se discute la investigación futura.

#### **4.2.1 ARQUITECTURA DE REDES WATM.**

Una red ATM inalámbrica procura soportar servicios integrados de banda ancha a terminales móviles mediante ATM UNI/NNI con mejoras de movilidad [59]. La arquitectura de red consiste de tres partes principales que se muestran en la figura 4.6 en:

1. Switches ATM con UNI/NNI estándares y con mejoras adicionales para soportar movilidad, los cuales constituyen la red ATM móvil
2. Puntos de acceso ATM con UNI/NNI con mejoras de movilidad e interfaces de radio y
3. Terminales móviles con UNI con mejoras de WATM.



**Figura 4.6 Arquitectura de red ATM Inalámbrica.**

La interfaz UNI WATM ofrece soporte para establecer una correspondencia entre las conexiones ATM de las terminales usuarias con los radio enlaces de medio compartido así como para movilidad de las terminales (traspaso y administración de la ubicación). Las interfaces UNI / NNI con extensiones de movilidad se conducen entre los conmutadores y puntos de acceso extensiones en los protocolos de ruteo y señalización indispensables para la administración de la ubicación y el traspaso.

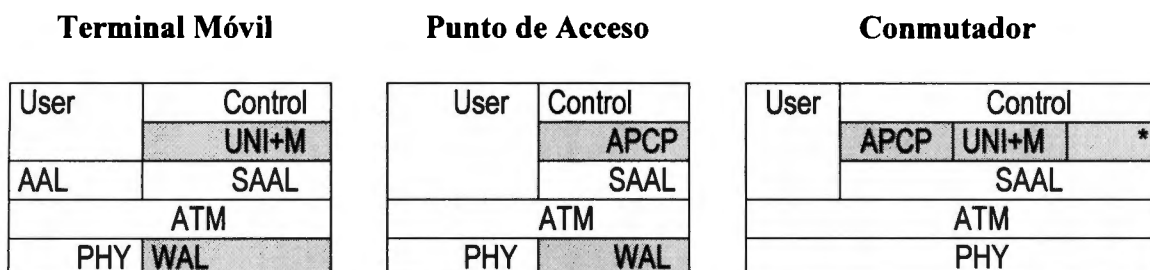
En la figura 4.6 un usuario final con una terminal ATM móvil inalámbrica (MT) puede entrar en la red ATM con soporte a movilidad utilizando el punto de acceso inalámbrico (AP). El punto de acceso inalámbrico es un componente lógico que cuando se enlaza a un conmutador ATM con soporte a movilidad, le permite a dicho conmutador comunicarse mediante enlaces inalámbricos de comunicaciones, con terminales inalámbricas o AP's inalámbricos enlazados a otros conmutadores ATM.

#### 4.2.2 ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS WATM.

Adicionalmente a las funciones de control y administración de los conmutadores ATM fijos, los conmutadores WATM también incluyen las siguientes funciones para soporte a movilidad [60].

1. Protocolo de Administración de Conexiones Móviles (MCMP).
2. Protocolo de Administración de Traspaso Móvil (MHMP).
3. Protocolo de Administración de Ubicación Móvil (MLMP).
4. Protocolo de Ruteo Móvil (MRP).
5. Protocolo de Control de Acceso al Medio Móvil (MMACP) y
6. Protocolo de Control de Enlace de Datos Móvil (MDLCP).

Asumimos que estas funciones de soporte a movilidad son relativamente independientes y que pueden añadirse en forma separada a conmutadores ATM fijos. La adición modular de movilidad se propuso en [57] agregando puntos de acceso y funciones de control de la movilidad a conmutadores ATM fijos de tal manera que tengan capacidades de conmutación móvil específicas. El foro ATM [58] presentó también un protocolo adicional, Protocolo de Control de Punto de Acceso (APCP). Sin embargo ninguno ha cubierto la integración de las funciones de soporte de movilidad en una arquitectura unificada de protocolos de ATM inalámbrico.



**Figura 4.7 Arquitectura de protocolos de ATM Inalámbrica.**

La arquitectura de protocolos WATM propuesta se muestra en la figura 4.7. En referencia a [57], la arquitectura de protocolos para ATM fijo [61] se extiende con los protocolos sombreados para soportar movilidad. En la interfaz de radio, la capa de acceso inalámbrico (WAL) se añade junto a la capa física. Incluye la capa de acceso inalámbrico para ruteo de celdas (correspondiente a MRP), capa de control de acceso al medio para compartir el canal móvil (correspondiente a MMACP) y capa de control de enlace de datos inalámbricos para proporcionar control de flujo y retransmisión (correspondiente a MDLCP). En la capa de aplicación los protocolos de señalización son extendidos con movilidad (correspondientes a MCMP y MLMP). Interfaz de usuario red con movilidad (UNI+M), Interfaz de Red a Red Pública/Privada con Movilidad (PNNI+M), y la interfaz inter-portadora BISDN con movilidad (BICI+M). El protocolo de control de punto de acceso permite a los conmutadores comunicarse con los puntos de acceso durante el establecimiento de conexiones y trasposos (correspondiente a MHMP). Está más allá del alcance de esta discusión en detalle de todas las funciones de soporte de movilidad. Nos enfocamos solamente en la función de trasposo.

### 4.3 TRASPASO WATM.

Para asegurar trasposos sin pérdidas ni interrupciones en redes WATM, se deben cubrir los siguientes requisitos [55, 57, 60]:

1. **Garantizar QoS.** QoS para cada conexión WATM debe garantizarse durante los trasposos. Esto no es sencillo debido a la naturaleza de las conexiones por radio.
2. **Eficiencia en la utilización de recursos.** Deben procurarse buffers pequeños durante los trasposos para evitar latencia. El consumo de ancho de banda debe ser minimizado.
3. **Bajo tráfico de señalización.** El tráfico de señalización entre los AP y MT debe ser minimizado para reducir el tráfico total.

4. **Escalabilidad.** El protocolo de traspaso debe ser capaz de dar servicio a tantas solicitudes de traspaso iniciadas por MT como sea posible. Debe poder también ser usado en áreas geográficas amplias.
5. **Baja Latencia.** Los retrasos y las variaciones en el retraso durante los trasposos deben ser minimizados para asegurar la QoS de las conexiones WATM (audio / vídeo).
6. **Traspaso sin pérdida.** Para datos, asegurar baja o la no-pérdida de celdas es un factor de QoS tan importante como la baja latencia es para las conexiones de audio y vídeo.
7. **Traspaso Exclusivo.** En una conferencia multimedia, más de una conexión (sonido, vídeo y datos) existen al mismo tiempo. Todas las conexiones de la conferencia WATM deben traspasarse simultáneamente.
8. **Conexiones Móviles Heterogéneas.** Deben soportarse tanto conexiones unidifusión como multidifusión.
9. **Aprovechamiento de las señales de radio.** La detección de fuerza de señal debe ser usada como una señal de anticipación para activar un traspaso con suficiente anterioridad a que la MT entre totalmente en una nueva celda inalámbrica.
10. **Conservación del orden de celdas.** Durante un traspaso, el orden de las celdas para cada conexión de una conferencia debe mantenerse.
11. **Extensiones mínimas al hardware del conmutador.** Solo extensiones mínimas al hardware del conmutador deben requerirse para permitir que sea económicamente viable usar una sola plataforma para tanto ATM fijo como inalámbrico.

Típicamente, los trasposos son iniciados por MT's, pero las redes WATM deben tener la capacidad de iniciar los trasposos para propósitos de administración de red [60]. Esta sección discute y analiza solamente trasposos iniciados por MT que aprovechan las señales de radio.

Existen dos tipos comunes de traspaso, traspaso en reversa y traspaso hacia adelante. En inglés también se les denomina "soft handover" y "hard handover" respectivamente. En un traspaso en reversa, el traspaso puede predecirse usando las señales de radio y la MT inicia el traspaso utilizando su AP actual. En el traspaso hacia adelante, el traspaso ocurre cuando la conexión al AP actual se rompe; el nuevo AP se contacta en principio antes de que se inicie el traspaso.

Desde el punto de vista de la red existen también dos tipos de traspaso, inter-conmutador e intra-conmutador, aquí sólo se discutirán soluciones para trasposos intra-conmutador.

#### 4.3.1 TRABAJOS RELACIONADOS.

Existen muchos trabajos que han recopilado varios aspectos de los requisitos para trasposos WATM. En [60] Toh propuso un esquema de traspaso utilizando señas de radio y un establecimiento parcial de ruta. No obstante, el esquema asume que la MT puede escuchar en cualquier momento solamente un nuevo AP y que la MT puede decidir por si sola si inicia el traspaso hacia ese AP o no limitando de esta manera el control de los recursos de la red por parte del conmutador. Mitts et al. [57] presentan una solución de trasposos intra-conmutador sin pérdidas que se asemeja a lo propuesto en este trabajo. Los objetivos de diseño para ambas soluciones engloban todos los requisitos para el traspaso con la excepción del multidifusión y la escalabilidad. Mientras que su solución reconoce la importancia del control de recursos de red, ésta omite el hecho de que la MT puede escuchar a mas de un nuevo AP simultáneamente, consecuentemente, no puede garantizar la identificación del nuevo AP óptimo con respecto a los requisitos de QoS, el traspaso exclusivo de todas las conexiones dentro de una sola conferencia tampoco se puede garantizar.

Yuan et al. [62] sugieren un procedimiento genérico de traspasos inter-conmutador en el cual el AP actual usa el protocolo de control inalámbrico (usando circuitos virtuales PVC o SVC) para contactar a los AP's vecinos que funcionan como candidato al traspaso, en este caso es el AP y no el conmutador el que determina cual AP candidato será utilizado. Desde la perspectiva de la red, los traspasos controlados por AP pueden no llevar a resultados óptimos con respecto a los requisitos para el consumo de recursos de red, aún más en una típica disposición celular este procedimiento requiere que cada AP establezca PVCs con seis AP's. Esto solo parece viable solo cuando PVCs o SVCs se usan también para realizar el envío o la descarga de celdas desde el AP antiguo hacia el AP nuevo [57]. En la propuesta, la secuencia de las celdas de todas las conexiones de la MT se mantiene formando junta toda la información del estado del enlace de datos para todas las conexiones (VCI, información de clase de trafico, tablas de transmisión y recepción, destacando números de secuencia de celdas y buffers de enlaces de datos para celdas) y enviándola como un solo mensaje al nuevo AP, no obstante, el esperar por la ultima celda de cada buffer causara retrasos, para conexiones sensibles al retraso esto puede ser intolerable.

#### **4.4 LA SOLUCIÓN PARA EL TRASPASO.**

Los traspasos en reversa y hacia adelante se complementan mutuamente, a continuación se describen ambos, las fases de los traspasos propuestos se presentan usando ejemplos. Se usan gráficas de secuencia de mensajes para hacer más claros los procedimientos para el traspaso. En los ejemplos, la MT tiene una conferencia en curso la cual incluye dos conexiones activas. Para simplificar, solo una conexión de la conferencia se describe en cada fase.

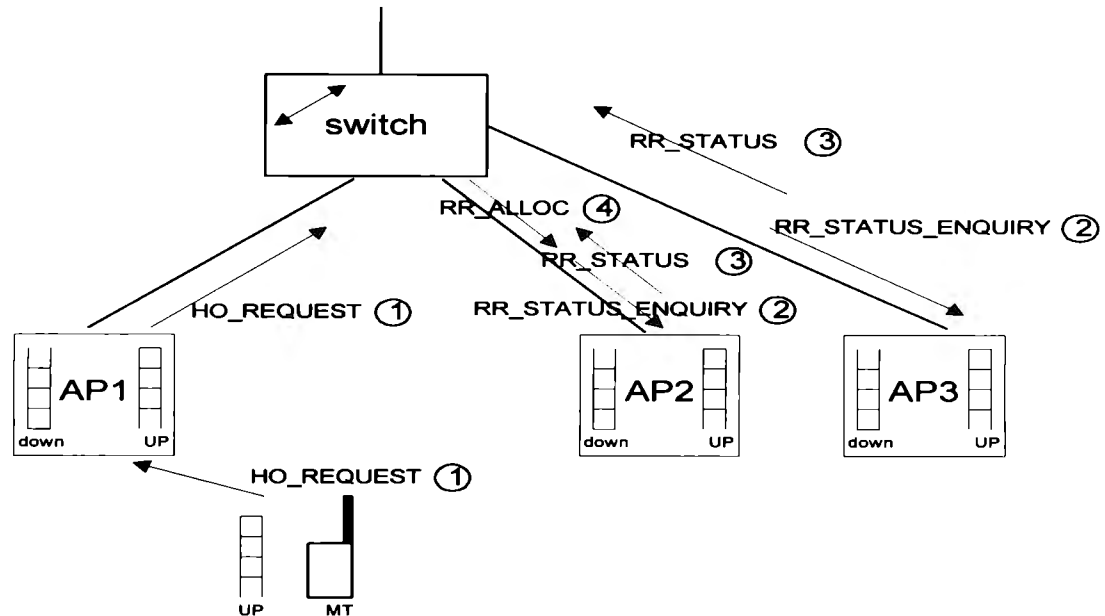
##### **4.4.1 TRASPASO EN REVERSA**

Durante la operación normal, la MT mantiene una lista de AP's (además, del actual) que puede escuchar. La lista está ordenada de acuerdo a la fuerza de señal de cada AP. Cuando el radio enlace entre la MT y el AP original (AP1) se vuelve débil, las señales de radio muestran que la MT necesita iniciar el traspaso, la MT solicita el traspaso enviando un mensaje HO\_REQUEST.

1. Al AP1, este mensaje incluye la lista de AP's que la MT puede escuchar, el mensaje también se le pasa al conmutador. Cuando el conmutador recibe el mensaje HO\_REQUEST, envía un mensaje RR\_STATUS\_ENQUIRY.
2. A todos los AP's en la lista (o algunos de ellos dependiendo del estado de la red) para averiguar cuales AP's pueden soportar las conexiones, los APs verifican sus recursos y responden la solicitud con un mensaje RR\_STATUS.
3. El conmutador selecciona el mejor AP (en este caso AP2) que sea capaz de garantizar QoS para todas las conexiones de la conferencia. Este diseño apoya el traspaso exclusivo de conferencias, el traspaso se realiza y se envía un mensaje RR\_ALLOC.
4. Al AP2. Contrariamente a la solución descrita en [58], la asignación de recursos se hace una vez que el conmutador ha tomado una decisión.

Por lo general habrá al menos dos AP's en la lista, no es necesario reservar los recursos en cada AP para la conexión cuando estos reciben el RR\_STATUS\_ENQUIRY porque en última instancia, solo se elegirá un AP. Reservando recursos hasta que se reciba RR\_ALLOC, los niveles de utilización de recursos mostrados en los APs serán siempre los reales sin importar el número de traspasos simultáneos manejados por el conmutador. El conmutador sólo

necesita mandar un mensaje RR\_ALLOC(4) al AP2 en lugar de enviar muchos mensajes RR\_DEALLOC a otros AP's. Esta solución reduce también el tiempo de procesamiento de mensajes en los otros AP's; mejorando de esta forma la eficiencia de toda la red.



**Figura 4.8 Iniciación del traspaso hacia atrás.**

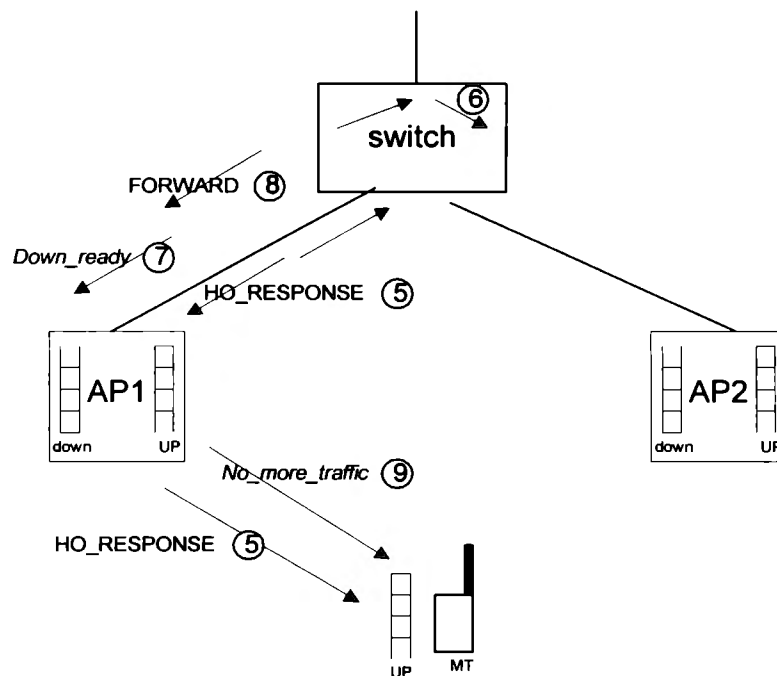
Cuando AP2 se ha determinado, el conmutador informa a la MT que el traspaso se hará hacia AP2 enviando un mensaje HO\_RESPONSE (5) vía AP1. Al mismo tiempo, la ruta antigua de descarga se conmuta de AP1 a AP2(6). AP2 comienza a almacenar las celdas descargadas. Cuando se ha conmutado el conmutador, vía el Canal Virtual (VC) de la conexión original envía una marca Down\_Ready (7) en banda; Down\_Ready indica el final del flujo de datos de descarga. En una situación de "regreso repentino" existe un riesgo potencial en almacenar celdas de descarga en AP2, si la MT repentinamente se regresa de la nueva celda de la red celular, este regreso causará time-outs e inhabilitará la nueva ruta. En este caso las celdas de descarga almacenadas en AP2 necesitan reenviarse al siguiente AP para que las almacene, para preservar la secuencia de transporte de las celdas, las celdas reenviadas necesitan transmitirse primero cuando MT a establecido un nuevo radio enlace.

Si la MT debe desconectar su radio enlace con AP1 antes de que todas las celdas almacenadas en AP1 hayan sido enviadas con éxito a la MT, el conmutador habilita el reenvío de celdas desde AP1 hacia AP2 enviándole a AP1 el mensaje FORWARD(8) el cual incluye el ID de AP2, el reenvío de celdas siempre se habilita en esta solución y AP1 es responsable de ello; por lo tanto el conmutador no necesita ser informado si la entrega de las celdas descargadas tuvo o no-éxito. Debe notarse que el foro ATM [58] no menciona en absoluto el reenvío de celdas.

Cuando la MT recibe la identificación de AP2 en HO\_RESPONSE, puede iniciar el traspaso del radio enlace, la MT tiene conocimiento de que el flujo de descarga ha sido ya conmutada en el conmutador y que el traspaso hacia AP2 es inevitable, sin embargo tanto las celdas transmitidas como las celdas de descarga almacenadas se siguen transmitiendo normalmente por la interfaz de radio, hay dos opciones acerca de cuando la MT puede traspasar su radio enlace:

1. La MT puede esperar a que AP1 envíe todas las celdas almacenadas. Esta es una buena elección para conexiones sin requerimientos críticos de tiempo.
2. A MT puede iniciar inmediatamente el traspaso para minimizar las interrupciones introducidas en el flujo de descarga de celdas. Las celdas almacenadas en AP1 se reenvían a AP2. Esto puede conseguirse añadiendo memoria para almacenar celdas en los AP's. De ésta manera se mantienen las celdas en orden correcto.

Ambas opciones tienen pros y contras. Cuando las conferencias involucran varias conexiones cada una con una QoS diferente el asunto se vuelve más complejo. Nosotros afirmamos que la conexión con la QoS más alta debe usarse como criterio para tomar la decisión. Aunque algunas conexiones pueden ser "promovidas" a un nivel más alto de QoS, es mejor proporcionar de más que de menos. La cuestión más importante es que todas las conexiones dentro de la conferencia puedan traspasarse exclusivamente al mismo tiempo que se garantice la QoS de la conferencia en conjunto.



**Figura 4.9 Re-enrutamiento del flujo de descarga de AP1 a AP2 y liberación del radio enlace con AP1.**

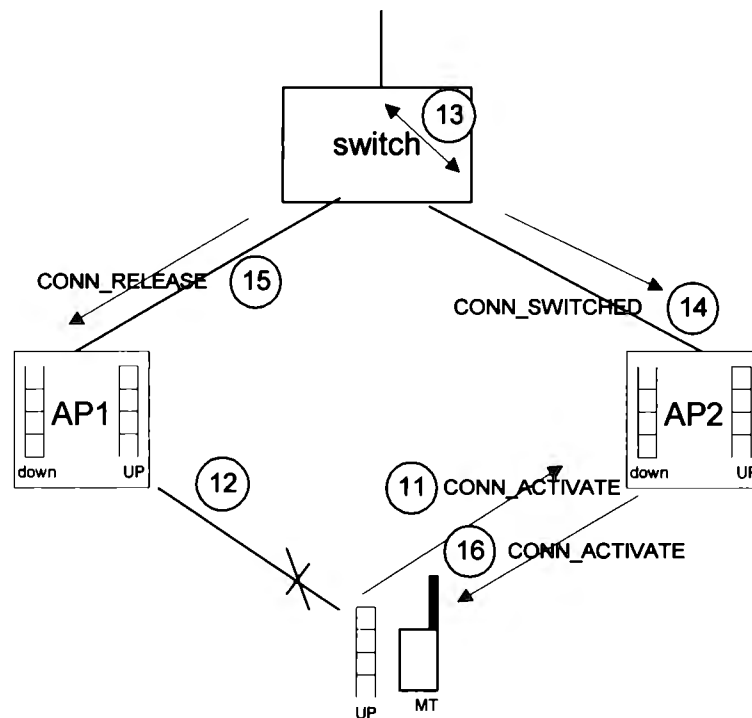
Si hay tiempo suficiente para que AP1 envíe a la MT todas las celdas almacenadas para un VC dado (AP1 sabe esto cuando la celda *Down\_ready* es la próxima celda que debe descargarse), AP1 señala la última celda enviada a la MT con una bandera *No\_more\_traffic* (9), en caso contrario es necesario un procedimiento que reenvíe las celdas almacenadas en AP1 a AP2, este procedimiento será explicado en la sección 4.4.2 "Traspaso hacia adelante". En esta parte asumiremos que la MT puede esperar a que AP1 envíe todas las celdas almacenadas.

AP1 transmite las celdas que faltan por enviarse y envía al conmutador una marca dentro de la banda llamada *Up-ready* (en la Figura 4.9) después de la última celda (10). Cuando el conmutador recibe la marca *Up-ready*, sabe que puede permitir que AP2 comience la transmisión de tal forma que la secuencia de las celdas se mantenga. En la figura 4.9 se describe el cambio de ruta del flujo de descarga del AP1 al AP2 y la liberación del radio enlace original.



A continuación la MT establece un enlace de radio con AP2 y libera su enlace con AP1. Contrario a lo que se describe en [66], la MT debe enlazarse con AP2 antes de romper la comunicación con AP1. De esta forma AP1 puede todavía iniciar otro traspaso en el caso que la MT no pueda establecer el nuevo enlace de radio, lo cual asegura un traspaso sin pérdida de la conexión. La MT envía un mensaje `CONN_ACTIVATE` (11) a AP2 para activar todos los VCs. Entonces la MT libera el enlace de radio (12). Una bandera `DR_flag` para cada VC en éste mensaje indica si la MT recibió o no todas las celdas que esperaba descargar mediante la conexión a AP1 (esto quiere decir si la MT recibió de AP1 la bandera `No_more_traffic` para una conexión dada). En éste caso se activa la bandera `DR_flag` para indicar que todas las celdas se recibieron

El mensaje `CONN_ACTIVATE` incluye cualquier identificador de interfaz de radio que se usará e indica que MT está listo para recibir celdas usando el VC. En este punto, AP2 puede comenzar a descargar celdas hacia MT. En el ejemplo AP2 ha almacenado todo el tráfico de descarga y dado que no se necesitó reenviar celdas puede comenzar a descargar inmediatamente las celdas almacenadas hacia MT.



**Figura 4.10 Establecimiento del nuevo radio enlace y conmutación del enlace de transmisión de celdas.**

Mientras tanto la marca `Up_ready` ha llegado al conmutador. Esto indica que AP1 no tiene más celdas por enviar y que las celdas pueden enviarse vía AP2 manteniendo la secuencia de las celdas. La ruta de la conexión de subida se actualiza en el conmutador (13), se envía un `CONN_SWITCHED` (14) a AP2 y `CONN_RELEASE` (15) a AP1. Cuando AP2 recibe el mensaje `CONN_SWITCHED` envía un mensaje `CONN_ACTIVE` a MT (16). Este mensaje le dice a la MT que puede comenzar a transmitir celdas y que el traspaso ha terminado. La figura 4.10 describe el establecimiento del nuevo radio enlace y la conmutación del flujo de transmisión de celdas.

La secuencia de los mensajes necesarios para un traspaso en reversa se ilustra en la figura 4.11 mediante una gráfica de secuencia de mensajes. La gráfica muestra una situación donde la MT mantiene 2 conexiones activas y ambas son traspasadas hacia AP2. La gráfica también muestra los buffers necesarios durante las diferentes fases. Una flecha sobre un buffer indica que el buffer comienza a llenarse mientras que el vaciarse se indica con una flecha ubicada bajo el buffer. Una X en la figura indica un evento de conmutación.

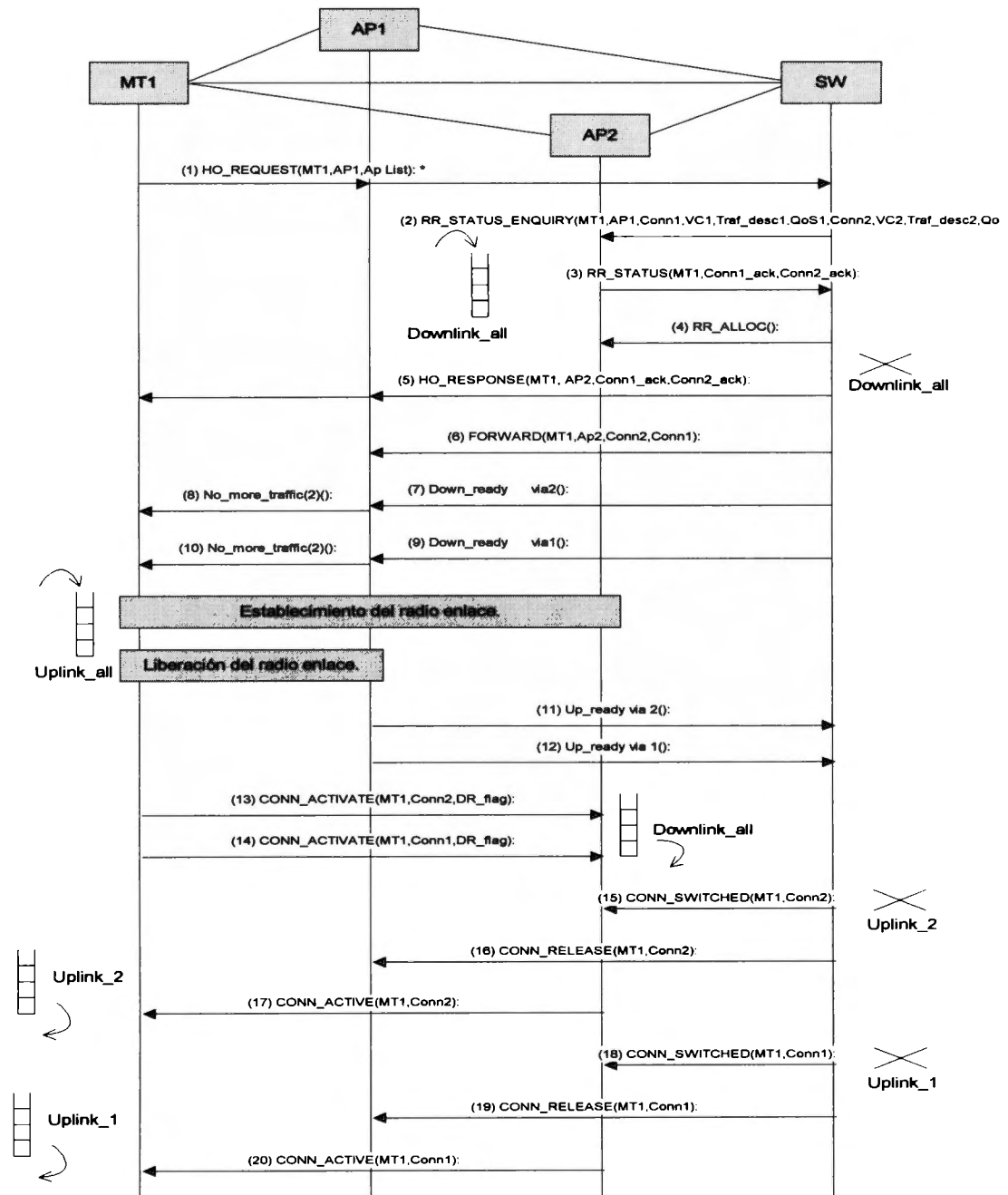
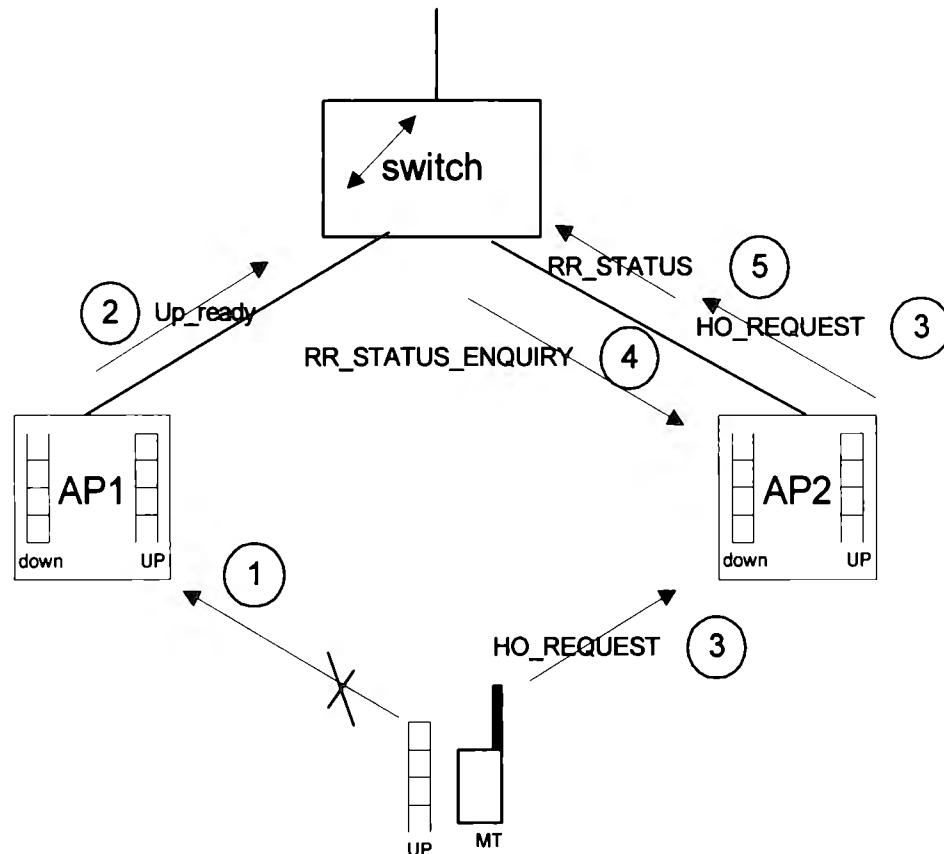


Figura 4.11 Gráfica secuencial de mensajes para traspaso en reversa.

#### 4.4.2 TRASPASO HACIA ADELANTE.

El traspaso hacia adelante comienza cuando el enlace de radio entre la MT y el AP1 se pierde (1). Las celdas que se reciben se almacenan en AP1 y las celdas que se transmiten se almacenan en la MT. AP1 transmite las celdas que faltan hacia el conmutador, cuando se ha enviado la última celda, AP1 envía una marca en banda llamada *Up\_ready* hacia el conmutador (2). Esta marca señala el punto final de la transmisión e indica que AP1 no tiene más celdas que transmitir. Cuando la MT ha establecido un enlace con AP2, envía un mensaje HO\_REQUEST (3) vía AP2. El mensaje contiene una lista de los AP's (ordenados por prioridad) a los cuales la MT podría traspasarse. Cuando el conmutador recibe el mensaje HO\_REQUEST envía un mensaje RR\_STATUS\_ENQUIRY (4) a cada AP en la lista para determinar cual es el mejor AP que puede tomar la conexión. Ahora cada AP verifica su situación de recursos y contesta la petición por medio un mensaje RR\_STATUS (5). La figura 4.12 muestra el inicio de un traspaso hacia adelante.

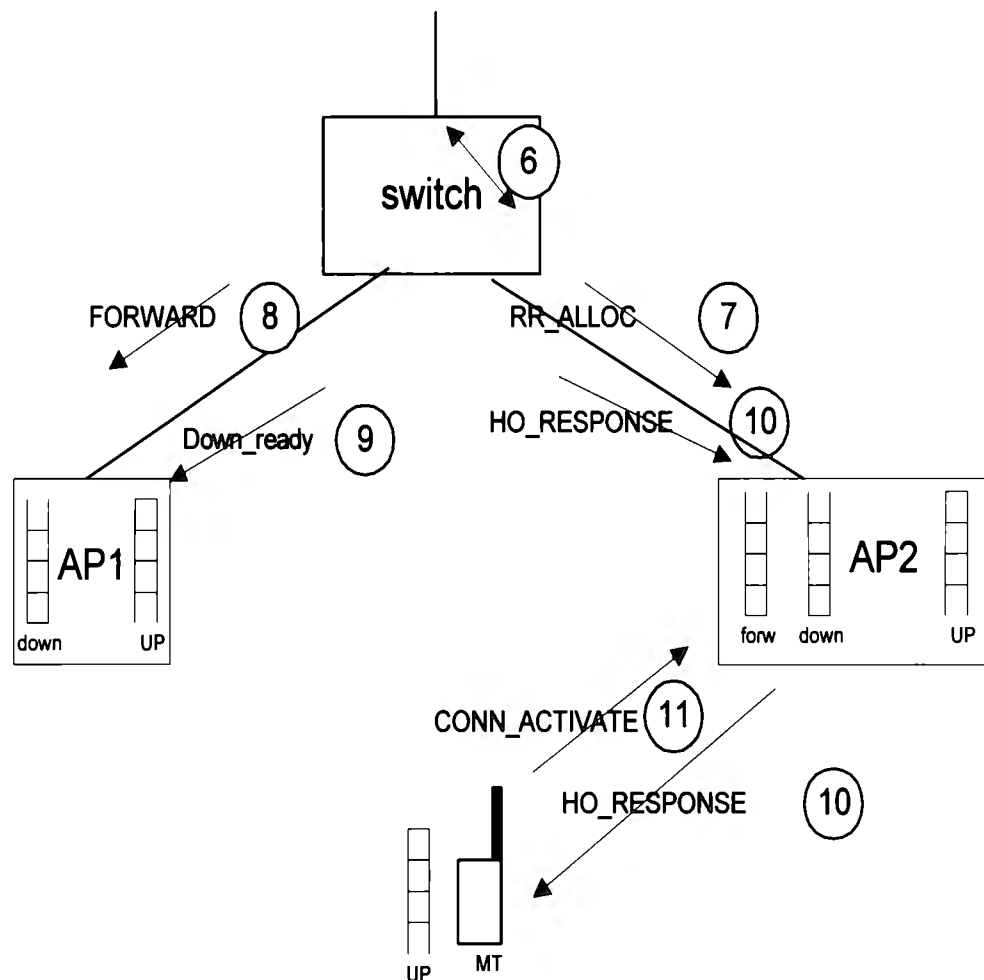
Una vez que el conmutador ha recibido todos los mensajes RR\_STATUS tiene que decidir a cual AP se dirigirá el traspaso (ver figura 4.13). En éste ejemplo, el conmutador decide dirigir la conexión al AP2 (6). Una vez que ha decidido, el conmutador envía un mensaje RR\_ALLOC (7) a AP2 de tal forma que asigne los recursos para esta conferencia. El conmutador también envía un mensaje FORWARD (8) al AP1 requiriendo que AP1 envíe las celdas almacenadas a AP2.



**Figura 4.12 La iniciación del traspaso hacia adelante y conexión a AP2.**

Contrariamente a la solución descrita en [58] argumentamos que la MT no debe enviar más mensajes a ningún AP antes de que el conmutador decida a cual AP se hará el traspaso. El propósito de mantener una lista de AP's en la MT es proporcionar al conmutador información necesaria para escoger el mejor AP, de tal manera que el AP escogido por el conmutador puede no ser aquel con el que la MT ya estableció un enlace. Si el conmutador escoge un AP diferente, todos los esfuerzos de comunicación con el AP actual serán desperdiciados. El uso de la lista de AP's incrementa la probabilidad de un traspaso exitoso aunque por otro lado el uso de la lista puede causar algún retraso.

Enseguida, las conexiones de transmisión y recepción se conmutan simultáneamente a AP2. Inmediatamente después de la conmutación el conmutador envía a AP1 una marca en banda llamada *Down\_ready*, (9). Ésta marca indica que se ha enviado la última celda a AP1. Después de mandar el *Down\_ready*, el conmutador envía un mensaje HO\_RESPONSE (10) a la MT (transparentemente por medio de AP2) para responder el mensaje HO\_REQUEST. Inmediatamente después de recibir el HO\_RESPONSE la MT envía a AP2 el mensaje CONN\_ACTIVATE (11) solicitando la activación de las conexiones.

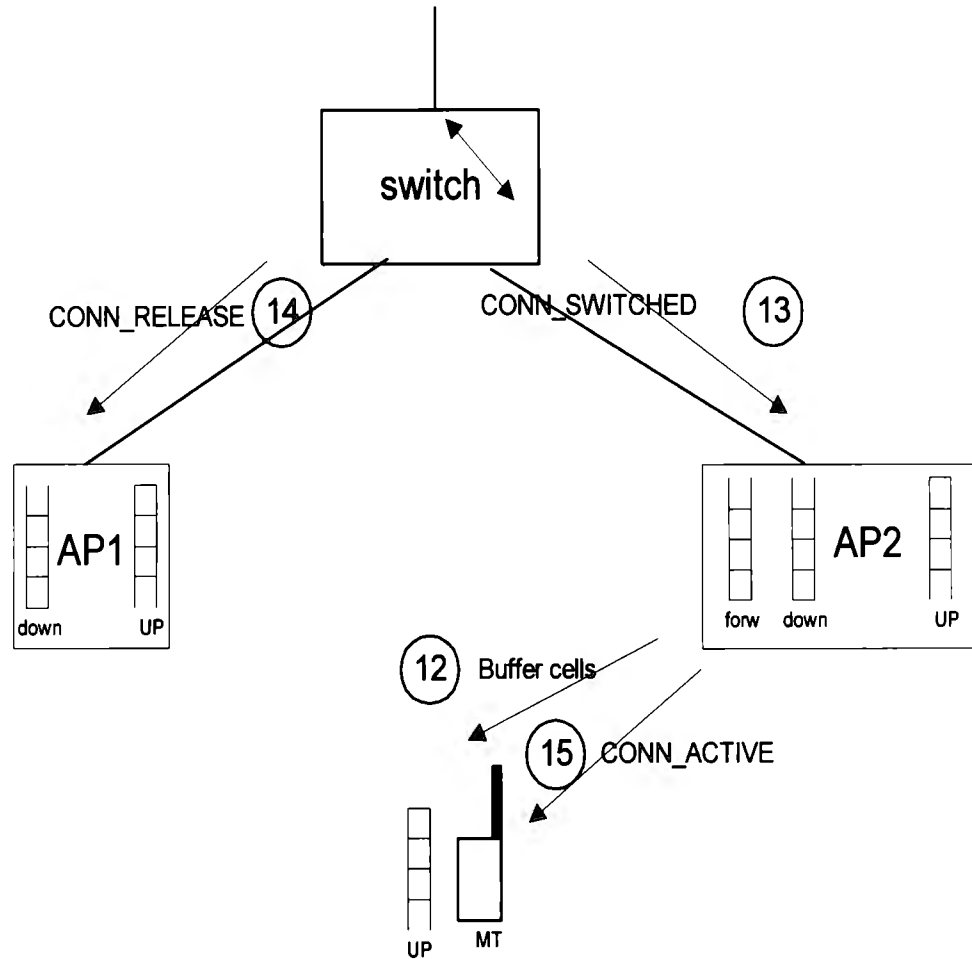


**Figura 4.13** Conmutación del enlace de recepción y el de transmisión.

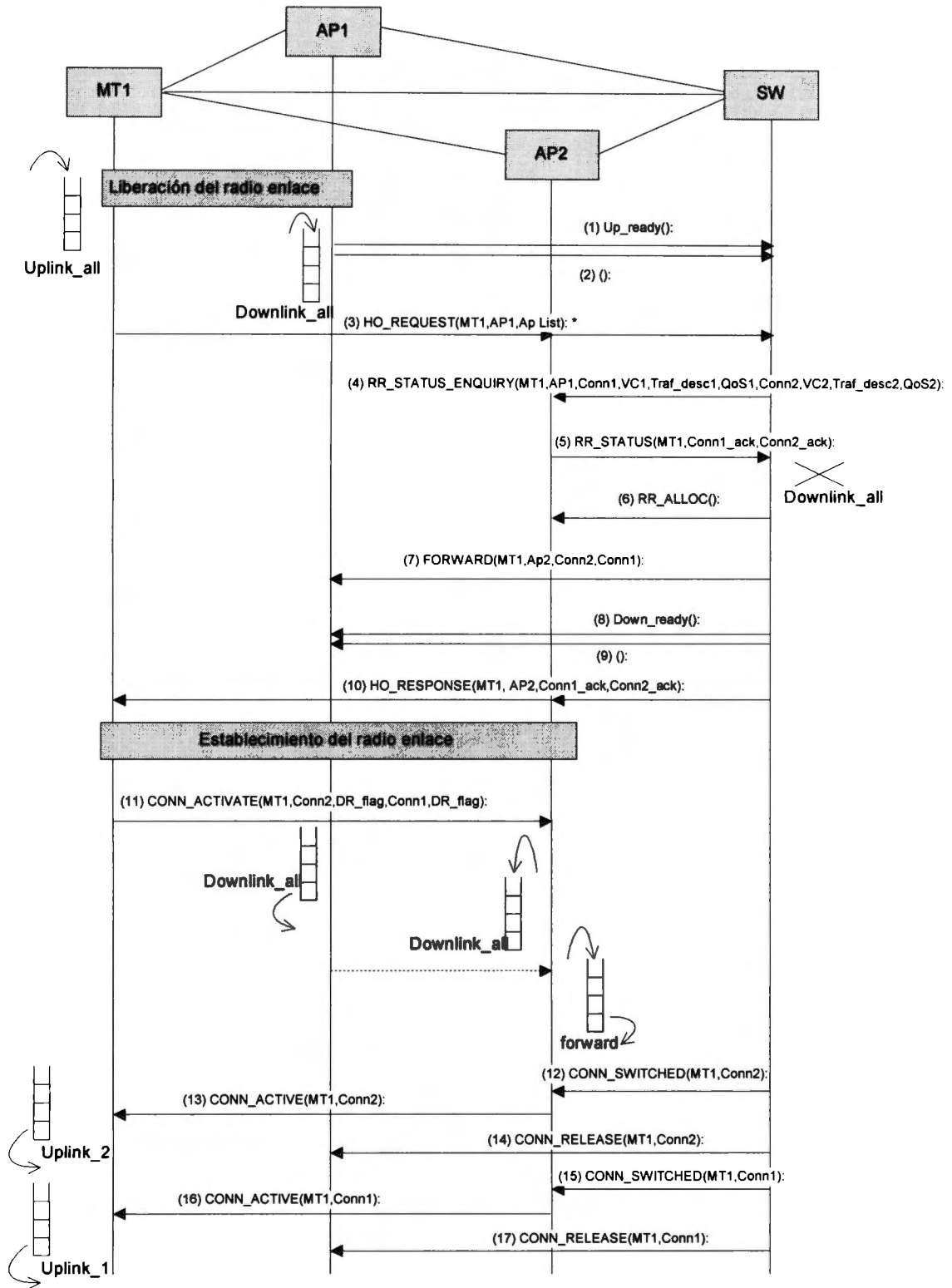
AP1 reenvía todas las celdas almacenadas a AP2. La marca *Down\_ready* también se almacena y reenvía como una celda normal de datos de usuario. Cuando AP2 recibe el *Down\_ready*, sabe que ha recibido todas las celdas retransmitidas. Para poder mantener el orden secuencial de las celdas, AP2 almacena las celdas reenviadas separadas de las que recibió directamente del conmutador y las envía primero a la MT.

Tan pronto como AP2 comienza a recibir las celdas reenviadas desde AP1, puede comenzar a enviarlas a la MT (12) debido a que el enlace de radio ha sido abierto ya por *CONN\_ACTIVATE*.

Después de la conmutación, el conmutador envía un mensaje *CONN\_SWITCHED* (13) a AP2 para indicar que la conexión se ha dirigido exitosamente a AP2. El conmutador también envía un mensaje *CONN\_RELEASE* (14) a AP1 para indicarle que puede liberar todos los recursos que posiblemente estén reservados para la MT. Cuando AP2 recibe el mensaje *CONN\_SWITCHED*, envía un mensaje *CONN\_ACTIVE* (15) a la MT. Este mensaje indica que la MT puede ahora transmitir las celdas que tiene almacenadas hacia AP2.



**Figura 4.14 AP2 envía las celdas almacenadas a MT y comienza a operar normalmente.**



**Figura 4.15 Gráfica de secuencia de mensajes para el protocolo del traspaso hacia adelante.**

La secuencia de mensajes necesaria para el traspaso hacia delante se muestra en la figura 4.15.

#### 4.4.3 DISCUSIÓN DE INVESTIGACIÓN FUTURA DEL TRASPASO.

Los desarrollos actuales de ATM inalámbrico estén basados principalmente en ATM como una red dorsal mejorada con movilidad. Las funciones de movilidad son “añadidas” a los conmutadores ATM y / o a las estaciones base de tal manera que las redes ATM puedan soportar tanto usuarios fijos de ATM como móviles.

Ésta aportación ha contribuido al área de investigación en WATM bosquejando una red ATM y la arquitectura de protocolos WATM con un rango completo de funciones de soporte para movilidad, la otra aportación se basa en un enfoque de un mecanismo de traspaso eficiente, simple y económico que soporta tanto traspasos hacia delante como en reversa. Específicamente se ha tomado la solución del Foro ATM y se han presentado las siguientes mejoras a su solución de traspaso:

1. El esquema de asignación de recursos de AP's se ha modificado de tal forma que los recursos sólo se reserven en el AP que el conmutador ha escogido para establecer la(s) conexión(es) con la MT.
2. El reenvío de celdas está siempre habilitado y los AP's son responsables de él así que las desconexiones inesperadas de los enlaces de radio pueden manejarse eficientemente.
3. El tiempo de inicio de un traspaso de radio se determina por la conexión con la QoS más alta dentro de una conferencia con lo que se puede garantizar la QoS para una conferencia en conjunto
4. La MT establece el enlace con el nuevo AP antes de romper el enlace con el antiguo AP de tal manera que el antiguo AP pueda ser usado para iniciar un nuevo traspaso si la MT falla en establecer el nuevo enlace.
5. En el caso de un traspaso hacia delante, la MT minimiza su comunicación con los AP's antes de que el conmutador le informe cual AP debe usar.

Las siguientes cuestiones no se discuten a detalle porque se han cubierto por Mitts et al. [57] en formas que también pueden ser aplicadas a nuestra solución:

- Varios métodos alternativos para realizar el reenvío de celdas.
- Las razones para almacenar las celdas por transmitirse en la MT en lugar del AP y
- El desempeño de la solución de traspaso cuando varios errores (por ejemplo, la desconexión temporal de la MT ocasionada por una fuerte atenuación) ocurren.

Los traspasos iniciados por la red y los inter-conmutadores están fuera del alcance de esta descripción, por lo que representan un área donde la solución necesita ser extendida. La provisión y la renegociación de la QoS serán motivo de otro estudio.

En dos requisitos de la solución de traspaso ha habido relativamente escasa investigación, estos son escalabilidad y el soporte para conexiones multidifusión. Por ejemplo, en esta solución y la del Foro ATM [58] no soportan traspasos de conexiones multidifusión. Yuan et al. [62], aunque no mencionan explícitamente conexiones multidifusión, presentan un esquema que agrupa las conexiones unidifusión y multidifusión para la MT y después efectúa un traspaso exclusivo véase la sección 4.4.1. No describen este aspecto con gran detalle, sin embargo puede proporcionar una directriz para futura investigación en esta área.

Existen proyectos de investigación en WATM que se relacionan al nuestro desde el punto de vista de la escalabilidad proporcionando una visión más profunda para un desarrollo posterior de una solución de traspaso. Por ejemplo Lobley [63] propuso una solución en la que las funciones

de administración de la movilidad son soportadas por la *red inteligente (IN)*. El uso de una IN para el control de trasposos removería los obstáculos en el procedimiento del control de trasposos de los conmutadores WATM porque la solución hace a los conmutadores de la red establecida responsables de las funciones de manejo de conferencias móviles. Cáceres y Padmanabhan [64] sugirieron que el mecanismo de traspaso puede beneficiarse diferenciando entre tipos de tráfico, dando prioridad de tal forma que los flujos de tráfico sensibles al retraso (por ejemplo, sonido) se manejen primero.

Es necesaria más investigación para averiguar como éstos y otros desarrollos, afectan la solución de traspaso propuesta y como ésta solución puede probarse y ser mejorada y extendida. Se usarán simulaciones para verificar cual estrategia proporciona el mejor desempeño. Por lo que debe establecerse un programa de investigación sólido en el área de trasposos en WATM.

#### **4.5 ESQUEMAS DE CONEXIÓN PARA ENRUTAMIENTO EN REDES ATM INALÁMBRICAS**

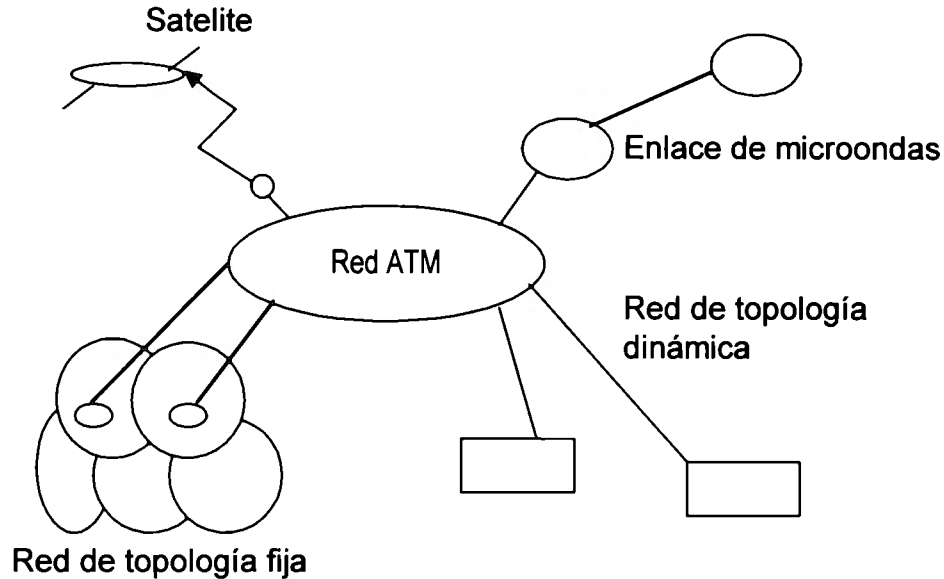
ATM inalámbrica presenta retos interesantes, tal como la administración de la conexión ATM extremo a extremo (usando re-enrutamiento de la conexión) y la forma de manejar direcciones en las localidades, además tiene una gran eficiencia en cuanto a la tasa de errores para enlaces inalámbricos, manteniendo una secuencia de células ATM, al mismo tiempo soportando la calidad de servicio requerida (QoS). La mayoría de los esquemas no soportan direcciones para multi-conexión y multi-difusión, por lo cual es necesario utilizar computadoras multimedia móviles. Discutiremos los esquemas re-enrutamiento para redes ATM inalámbricas, incluyendo esquemas multi-conexión y multidifusión, también se proponen técnicas genéricas para poder incorporar esquemas de re-enrutamiento que soporten tales aplicaciones. Además de discutirse como se puede incorporar re-enrutamiento en esquemas tales como RAC (Rearrange ATM Connection) y EAC (Extend ATM Connection).

El soporte de computación móvil es un interesante uso de la tecnología "ATM Inalámbrica", la cual es la extensión de la tecnología ATM a redes inalámbricas. El uso de "ATM Inalámbrica" viene a ser una motivación para incrementar el desarrollo de tecnología ATM en redes backbone (dorsal), y otras necesidades para el soporte de servicios multimedia móviles en la próxima generación de redes inalámbricas. Esto incluye sistemas de telefonía celular terrestre emergiendo un lazo local inalámbrico y sistemas satelitales de alta velocidad. ATM inalámbrica emerge de la tecnología donde las celdas ATM son transmitidas sobre canales inalámbricos y partes de la conexión ATM provienen de otros sistemas, ver figura 4.16 más adelante.

El término ATM inalámbrico es diferente al de ATM móvil, aunque tienen en común una infraestructura de redes alambreadas que soportan la movilización de terminales inalámbricas independientemente del protocolo de acceso de las inalámbricas [65]. La introducción de ATM en su desarrollo inalámbrico ha creado muchos retos interesantes. Esto incluye, el poder mantener la conexión ATM extremo-a-extremo, en donde el usuario se cambie de una localidad a la otra, con lo cual se obtiene una localidad móvil, además de brindar una mayor calidad del servicio y soportar enlaces inalámbricos con el desarrollo de la computación móvil. Podemos obtener mas detalles acerca de ATM inalámbrica en [59].

Se discuten los esquemas re-enrutamiento para redes ATM inalámbricas y otros aspectos que incluyen multi-conexión, conexión multidifusión y además se proponen técnicas genéricas para incorporar esquemas de re-enrutamiento que soporten tales aplicaciones.





**Figura 4.16 Una red ATM Inalámbrica.**

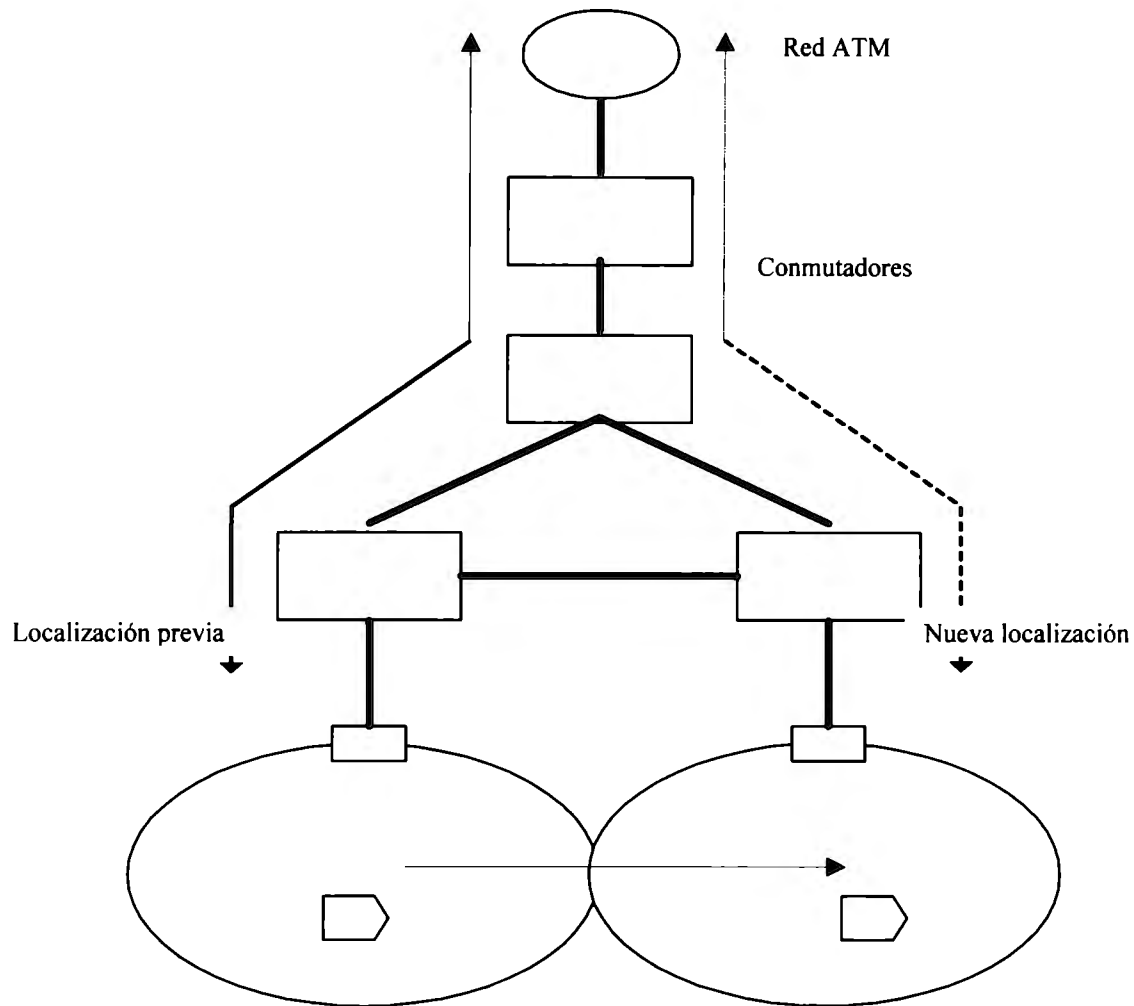
#### **4.5.1 ESQUEMAS DE RE-ENRUTAMIENTO DE LAS CONEXIONES**

Los esquemas re-enrutamiento se basan en la conexión extremo-a-extremo usando las siguientes aproximaciones:

- a. Mandando todo el tiempo una nueva conexión, cambiando de posición el anfitrión móvil (también llamada conexión de restablecimiento) [66].
- b. Por el envío de celdas ATM a la localidad actual del usuario móvil (conexión extendida) [50, 67].
- c. Manteniendo el mismo camino sobre el conmutador y modificando el camino desde el conmutador hacia una nueva localidad (conmutador ancla) [68].
- d. Por conexión re-enrutamiento con el usuario móvil (re-enrutamiento dinámico) [60, 73].
- e. Colocando caminos en ventaja para comunicaciones en las redes inalámbricas [74 – 77] y
- f. Esquemas híbridos [69].

##### **4.5.1.1 CONEXIÓN CON RE-ESTABLECIMIENTO**

Esta aplicación es simple, implica estar mandando todo el tiempo una nueva conexión cambiando el anfitrión móvil a una nueva localidad [70]. Dentro de las ventajas de estos esquemas esta la no-necesidad de funcionalidad en el enrutamiento y tampoco es necesario modificar los conmutadores de ATM, siempre teniendo un camino óptimo hacia el usuario móvil. Una de sus desventajas es el proceso de conexión (sobre todo en redes celulares micro o pico), la longitud de los retardos, además de que la conexión no es transparente en las terminales ATM.



**Figura 4.17 Re-enrutamiento usando re-establecimiento.**

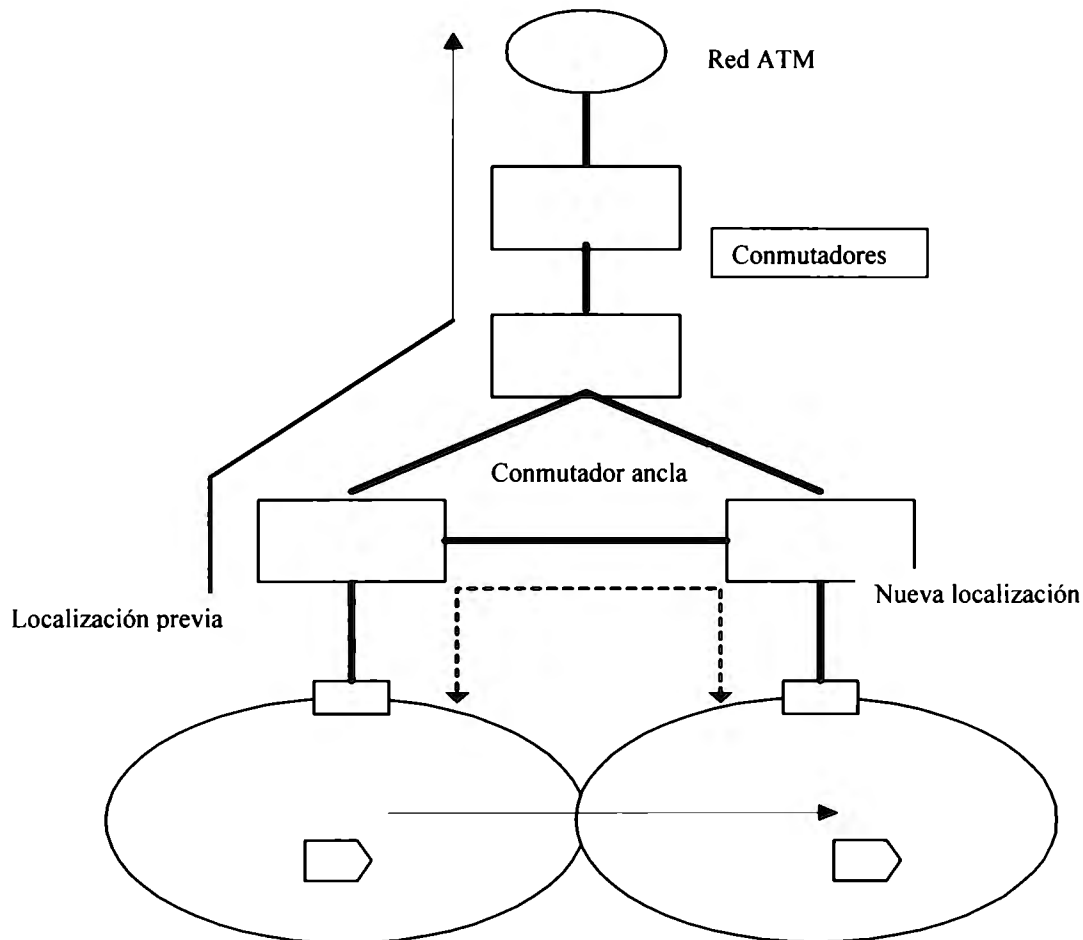
#### 4.5.1.2 EXTENSIÓN DE CONEXIÓN (CAMINO)

Este esquema también es simple, es un camino que se extiende desde una localización previa hacia una localización nueva del usuario móvil. Dentro de sus ventajas, no necesita funcionalidad de enrutamiento, ni modificación en los conmutadores ATM. En cuanto a desventajas incluye la no-optimización (o muy ineficiente) del camino extendido, la necesidad de conmutar además su forma no muy capaz de transferencia sobre la extensión de conexión para todas las estaciones base.

BAHAMA [67], es una adición en LAN ATM inalámbricas, cuando las estaciones base son portátiles (PBS), son empleadas y conectadas en topologías arbitrarias. Los anfitriones móviles se localizan con el registro PBS, y el esquema paginado (paging) es usado para localizar el correspondiente PBS de la llamada del usuario móvil. Esta técnica designa las estaciones base de re-enrutamiento de celdas ATM "hogar fuente" y "hogar destino" a nuevas localidades de usuarios móviles. Después, el tráfico entregado es totalmente enrutado a la fuente original y la estación destino hogar base. Igualmente se puede sugerir que las estaciones hogar base puedan ser actualizadas lentamente, para reducir el desperdicio de ancho de banda. Para mantener

íntegramente la secuencia de celdas ATM, una secuencia de números son usados para celdas ATM en partes de la red.

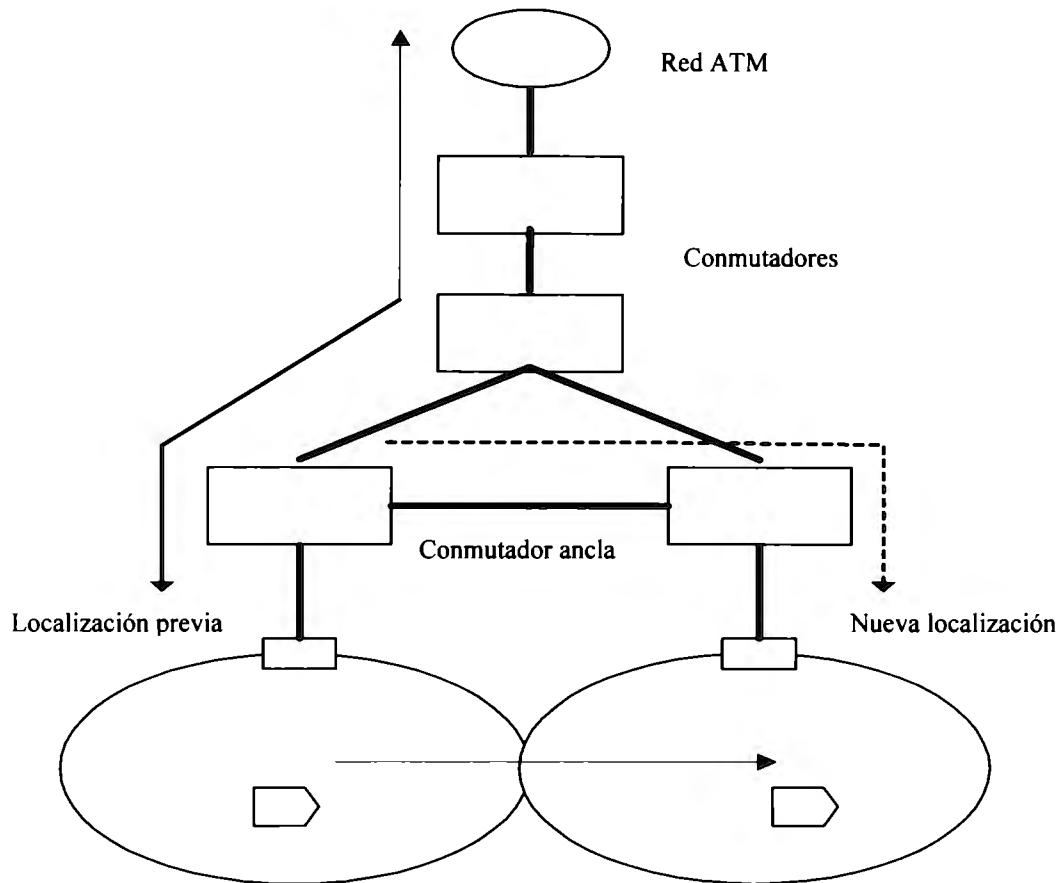
SWAN [50] es parecida a una red ATM donde se lleva a cabo el camino extendido, cuando las fronteras de las celdas son cruzadas. El camino extendido causa un enrutamiento ineficiente y algunas provisiones son presentadas para quitar re-enrutamiento además de quitar lazos. Cuando el usuario móvil cruza la frontera de dominio entonces la conexión extremo-a-extremo es parcialmente reconstruida.



**Figura 4.18 Re-enrutamiento usando extensión.**

#### 4.5.1.3 ENRUTAMIENTO ANCLA

Esta aplicación es usada en redes de comunicación personal (sistemas-celulares) teniendo conexión fija desde el dorsal de la red hasta el conmutador ancla y solo la conexión desde el conmutador ancla a la nueva estación base (BS) es modificada [68]. Dentro de las ventajas incluye, no necesitar de muchos cambios en los conmutadores y solo el límite del conmutador (ancla) es modificado para el soporte del enrutamiento conectado. Las desventajas, incluyen la no-optimización del camino extendido (puede ser mejor que la extensión de camino).



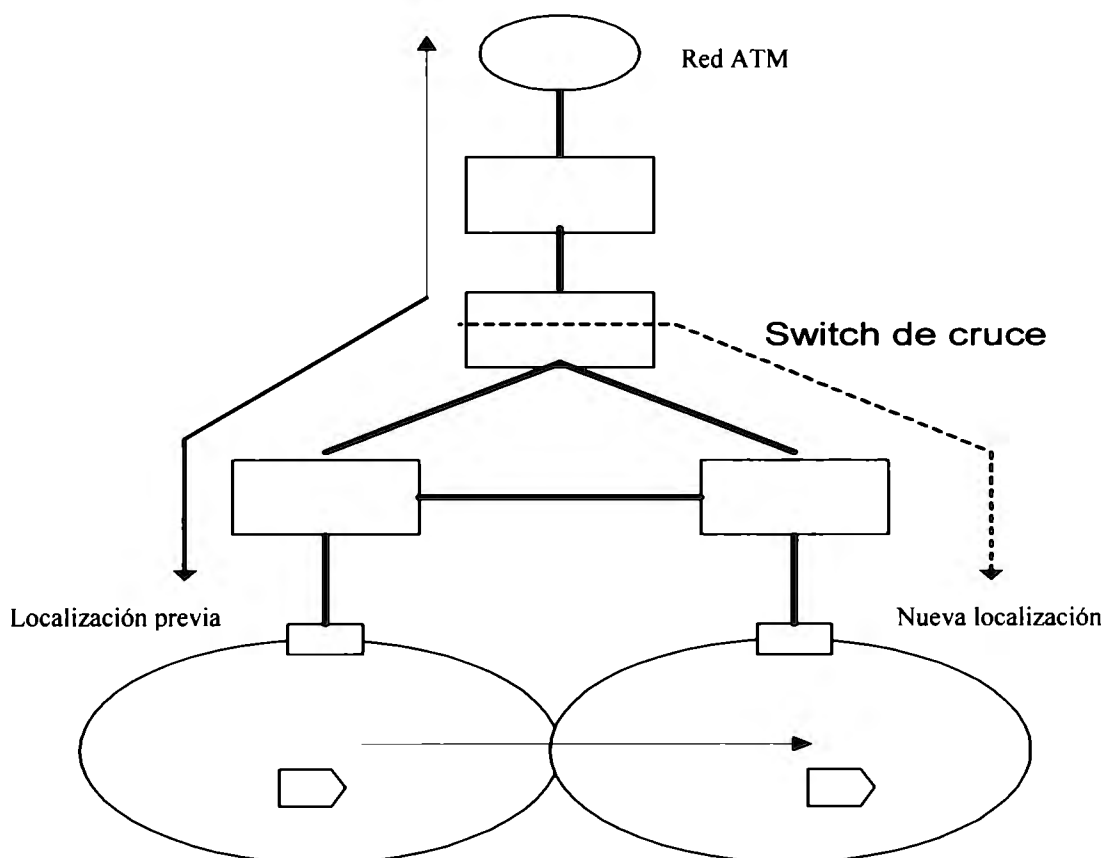
**Figura 4.19 Re-enrutamiento usando conmutador ancla.**

#### 4.5.1.4 RE-ENRUTAMIENTO DINÁMICO

Esta clase de esquema de enrutamiento involucra la modificación del camino anterior, con el fin de obtener un camino nuevo óptimo o cercano al óptimo, a la nueva localidad del usuario móvil. En general esta clase de esquemas de enrutamiento intentan tener un conmutador común entre el camino anterior y el nuevo, usando ciertos criterios y entonces girar alrededor de la conexión desde el conmutador común a la nueva localidad del usuario móvil. Esto también se denomina descubrimiento de conmutación cruzada o esquema de enrutamiento empalmado. Esta es una clase rica de esquemas de conexión de re-enrutamiento en términos del número de contribuciones o proposiciones publicadas en la literatura. Podemos, ver diferentes propósitos para diferentes conmutadores basado en consideraciones de optimización del nuevo camino, mínimos cambios desde el camino anterior, el cierre de la nueva BS, mínimo retardo, etc. En cuanto a desventajas se tiene la longitud del retardo debido al descubrimiento conmutador / camino y la necesidad de modificar todos los conmutadores ATM para el soporte del re-enrutamiento.

El concepto de descubrimiento de conmutación cruzada es introducido en [60]. Se proponen cinco algoritmos para descubridor de conmutación cruzada incluyendo (selección perdida, reconocimiento de camino de prioridad, optimización de camino de prioridad, hunt distribuido y búsqueda hacia atrás) que son designados para LANs ATM inalámbricas. También la topología de la red puede tener un impacto significativo en el funcionamiento del algoritmo de descubrimiento de conmutador cruzado. El protocolo híbrido basado en re-establecimiento

incremental fue propuesto en [71]. Se soporta movilidad alta y baja además desarrolla exploración de localidades en la LAN, con el propósito de dividir las celdas inalámbricas con multi-atados. Deben ser entregadas en un documento las especificaciones de diseño del protocolo tales como, explotación de localidades, explotación de radio indirecta, rehusó de recursos, escalabilidad y calidad de servicio móvil (M-QoS) (definición M-QoS, duración de entrega QoS, consistencia QoS, tiempo de servicio desperdiciado). El documento también nos debe indicar las celdas perdidas, secuencia, lazos, desborde de tráfico y enlaces entre LANs ATM inalámbricas. Otro propósito de comparar los cinco esquemas diferentes, usando el envío experimental es presentado en [72]. Esto, tiene la finalidad de un retardo lo menor posible y limitar la desconexión del servicio durante la entrega con esquemas simples de re-enrutamiento. También se pueden proponer otros esquemas de enrutamiento cuando los diferentes criterios son usados para seleccionar puntos de cruce (conmutador). Algo de esto se fundamenta en [73].

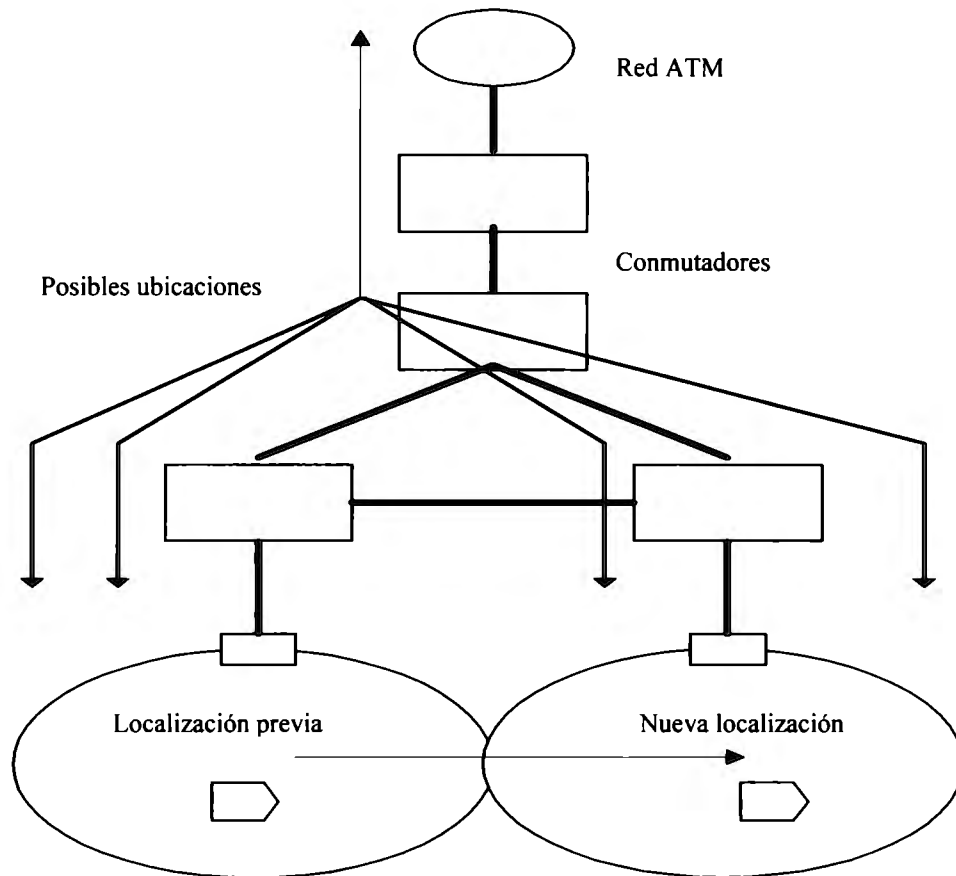


**Figura 4.20 Re-enrutamiento usando un conmutador de cruce.**

#### 4.5.1.5 RE-ENRUTAMIENTO POR LA COLOCACIÓN AVENTAJADA DE CAMINOS

Esta clase de esquemas de enrutamiento involucra enviar sobre un camino en ventaja. Hay dos posibles caminos. El primero es enviado sobre un árbol completo cuando el usuario móvil cambia de posición de una localidad a otra, se seleccionan diferentes ramas del árbol para usar un número de conexión, solo involucra la selección del nuevo camino (pre-establecimiento) y uso del número de conexión relacionado con ese camino, el retardo de envío es pequeño, siempre que se involucre colocar una llamada larga, mandando un retardo por establecimiento de árbol. Es

posible que se incremente el retardo si el usuario móvil cambia de posición fuera de la cobertura del árbol. Las desventajas incluyen el posible desperdicio de ancho de banda (debido a la necesidad de una capacidad excesiva en la conexión del árbol) y la necesidad de tener que cambiar todos los conmutadores ATM para soportar el re-enrutamiento. El segundo camino (puede ser el camino más eficiente) usa predicción al mandar sobre el camino la localidad posible cuando el usuario móvil se encuentra en movimiento. Las ventajas incluyen el poco desperdicio de ancho de banda, mientras las desventajas incluyen un incremento del proceso de predicción del algoritmo y también el costo de una predicción incorrecta.



**Figura 4.21 Re-enrutamiento utilizando colocación aventajada de caminos.**

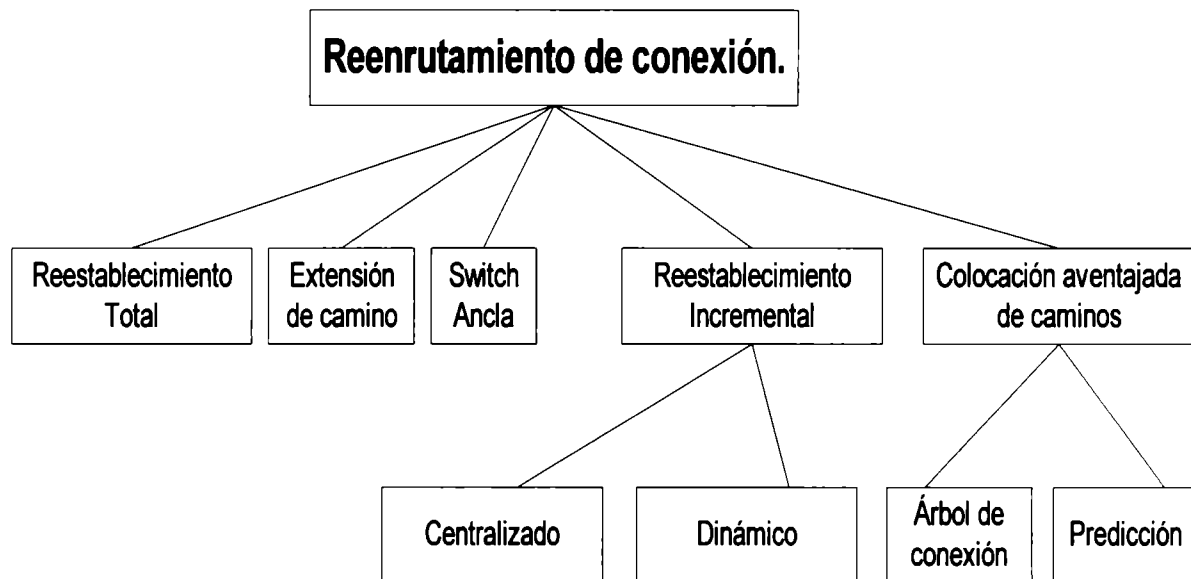
La conexión virtual con aproximación de árbol [74]. Es una proposición que busca alojar un número de conexión virtual múltiple que defina caminos entre la raíz del árbol de conexión y las distintas estación base. El anfitrión móvil selecciona la estación base (por comparación de señales desde la estación base más cercana) durante la entrega de uno de esos números. El procesador, llama a la red en un ambiente para mandar sobre la nueva conexión directamente a la red ATM, solo cuando el usuario móvil tiene permiso de cubrir cierta área geográfica vía un árbol de conexión. Requiere control de admisión para mantener el QoS que se necesita.

Otro esquema de árbol dinámico usado, es cuando las rutas son predeterminadas, pero no colocadas sobre la entrega potencial. Durante la entrega, la señalización con enrutamiento de fuentes es usada para el alojamiento rápido de recursos que soporten la conexión repartida [75].

Los esquemas de predicción de movilidad usan movimiento circular y movimiento hacia atrás, estos modelos son presentados en [76]. El esquema predice el empleo del algoritmo de detección de patrón regular, que descompone en dos partes los movimientos complicados: parte de patrón

regular y parte de movimiento aleatorio. MC/MT predice la parte del patrón regular y también es usado el modelo de cadenas de Markov para predecir la parte aleatoria. Este presenta una simulación preliminar con una eficiencia de predicción muy alta que puede estar basado en grados no aleatorios de patrones de movimientos de usuarios móviles [76].

El Proyecto Red de Radio con Despliegue Rápido (RDRN) [77] tiene el objetivo de crear redes ATM inalámbricas con la finalidad de hacer flexibles los enlaces y además poder permitir un despliegue rápido en las respuestas de los diferentes extremos de la red, aun cuando haya cambios en el medio ambiente. Es parecido al sistema celular para usuarios que emplean antenas direccionales.



**Figura 4.22 Una posible clasificación de esquemas de Re-enrutamiento.**

#### 4.5.1.6 ESQUEMAS HÍBRIDOS

Los esquemas híbridos combinan las características de algunos de los otros esquemas. Por ejemplo, extensión de conexión puede hacer entregas rápidas pero tiene enrutamientos ineficientes. Por otro lado, los esquemas de enrutamiento dinámicos pueden proporcionar rutas óptimas pero proporcionan una entrega con retardos por lo cual sólo se utilizan en algunas aplicaciones. Para soportar diferentes aplicaciones con retardos distintos, los esquemas híbridos pueden estar diseñados utilizando dos o más esquemas, el diseño de tal esquema híbrido es tratado en [69]. Tales propuestas de combinar dos esquemas están en términos de RAC (Reordenamiento de conexión ATM) y el NCP (Procesador de llamada a red) que es incapaz de solicitar el proceso, por lo que el EAC extiende la conexión (a la nueva localidad del usuario móvil) haciendo el uso de la estación base de las redes inalámbricas. Las opciones pueden estar basadas en la utilización del ancho de banda, carga a enrutar y tipo de señalización usada en redes ATM.

#### 4.5.1.7 RAC (Reordenamiento de Conexión ATM)

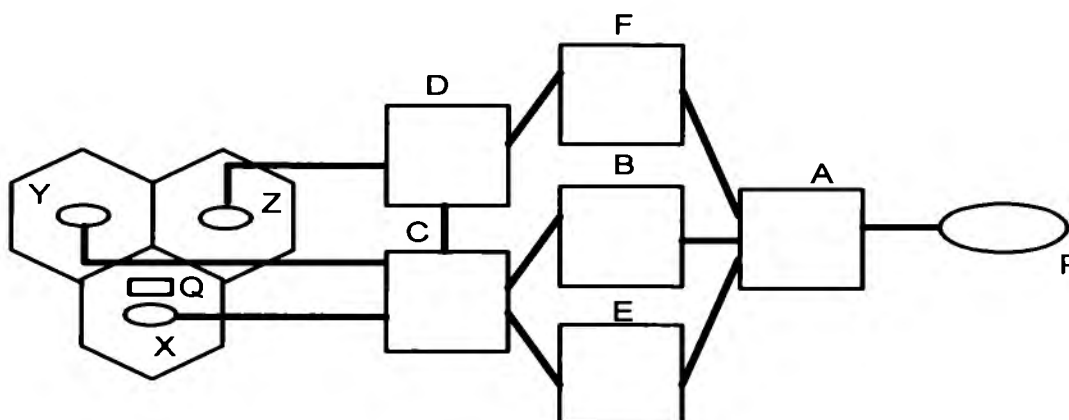
En las redes ATM, el reordenamiento de conexión puede ser hecha rápidamente si la entidad simple puede procesar la solicitud de llamada e informar al conmutador ATM acerca de la nueva conexión. Este tipo de señalización de ordenamiento puede estar en términos de sistemas de señalización centralizados y tales entidades son llamadas NCP.

El NCP envía información de difusión periódicamente acerca de la carga que esta siendo utilizada por la estación base en determinado seguimiento o no del RAC. El NCP puede usar la siguiente información para decidir si acepta o rechaza la solicitud del RAC: (a) longitud de la cola NCP, (b) no disponibilidad de recursos que soporten el QoS de la nueva conexión. En el caso (a), si la longitud de la cola del NCP alcanza cierto límite, NCP puede rechazar la información en base al total de tiempo de espera para que el RAC incremente la duración de entrega efectiva de manera significativamente (experimentado por el usuario móvil). En este caso, busca ser rápida (aunque ineficiente) si el RAC es utilizado. Si el NCP ejecuta el RAC, se encuentra una nueva ruta entre el usuario fijo y la localidad actual del usuario móvil, entonces los conmutadores hacen divisiones de grupos de rutas anteriores y rutas nuevas. Estos grupos incluyen la conmutación al inicio de la conexión ATM, sin necesitar más, ya que los conmutadores no necesitan cambiar aunque se presentan cambios en algunos de ellos. El NCP puede mandar el mensaje a todos los miembros del grupo. Por ejemplo el NCP manda LIMPIAR a todos los conmutadores que no necesitan una nueva conexión, para los conmutadores que no necesitan cambios el NCP manda un mensaje. A los conmutadores que no están involucrados en el inicio de la conexión pero que ahora son necesarios les envía NUEVA CONEXIÓN. Por lo que los conmutadores tienen la responsabilidad de hacer los cambios requeridos en las tablas de ruteo y el reordenamiento de la conexión.

Ahora pondremos un ejemplo que ilustre al RAC figura 4.23. Suponemos que existe una conexión entre el usuario fijo P y el usuario móvil Q usando los conmutadores A, B y C además de la estación base X. Si Q cambia de celda a la estación base Y, entonces el NCP envía el mensaje REINICIO al conmutador C, entonces el cambio de turno en la tabla de ruteo es acomodado en el re-enrutamiento de la conexión ATM.

Sin embargo si Q cambia de la celda de Z, entonces el NCP puede tener varias opciones de nuevas rutas. Una es utilizar los conmutadores A, B, C y D para así llegar a la estación base Z. La segunda posibilidad es usar los conmutadores A, F y D. Podemos ver que la segunda ruta usa sólo tres conmutadores, mientras la primera utiliza cuatro. Al registrar el número de mensajes y cambios necesarios para cada una de estas rutas. Para la primera ruta el NCP necesita mandar REINICIO al conmutador C y NUEVA CONEXIÓN a D. Se tienen un total de dos mensajes (cambios). Para la primera ruta, el NCP necesita mandar REINICIO al conmutador A, NUEVA CONEXIÓN a F y D, y LIMPIAR a B y C. Hay un total de cinco mensajes (cambios) en la segunda ruta. Sin embargo como el número de cambios debe ser minimizado el NCP elige la primera ruta.





**Figura 4.23 Reordenamiento de conexión ATM (RAC).**

#### 4.5.1.8 EAC

El detectar que no hay señal recibida desde algún usuario móvil, significa que la estación base actual esta siendo remplazada por una nueva estación base por el usuario móvil. La estación base actual solicita a la nueva estación base la extensión en la conexión ATM y cambiar la información necesaria incluyendo la lista de estaciones base que tienen que ser visitadas por el usuario móvil y las partes de la conexión extendida. La conexión extendida de la estación base final en la red inalámbrica puede causar rutas triangulares o circulares, también la cantidad de tráfico puede incrementarse significativamente en redes inalámbricas. Por eso el EAC incluye provisiones para la detección y cambios de tales rutas.

Cada estación base, antes de aceptar la petición de extensión de conexión, verifica que no se hayan formado lazos triangulares o circulares. Esto se hace observando en la lista de estación base, que tienen que ser visitadas además de la parte actual de la conexión extendida. La nueva estación base encuentra alguna de las estaciones base en la lista en la intermediación vecina, para detectar rutas triangulares. Es posible limpiar la ruta triangular con la cooperación de las otras estaciones base. Este esquema trabaja la siguiente información para rutas circulares: si la estación base visitada anteriormente y en la parte actual de la conexión extendida se detecta un posible lazo de información. Se limpia el lazo antes de recibir todas las celdas ATM alrededor del lazo. Se inserta una marca en las celdas ATM para indicar que no hay más celdas ATM que enrutar.

#### 4.5.2 USOS NO DIRECCIONADOS POR ESQUEMAS DE RE-ENRUTAMIENTO

Hay usos que pueden no ser direccionados (o necesitan ser direccionados con más detalle) por esquemas re-enrutamiento.

#### **4.5.2.1 RE-ENRUTAMIENTO POR REPARTICIÓN MULTIDIFUSIÓN**

Multidifusión para redes inalámbricas es un tema de investigación muy interesante ya que proporciona una gran eficiencia en redes ATM regulares. Varias soluciones para el soporte de multidifusión se proponen en ( malla VC, servidor multidifusión etc.) pero todos estos suponen usuarios ATM estacionarios. Nosotros sentimos que los esquemas de re-enrutamiento deben soportar entregas para conexiones multidifusión. Se discutirán algunos esquemas generales para re-enrutamiento en conexiones multidifusión en la sección 4.5.3.

#### **4.5.2.2 RE-ENRUTAMIENTO POR REPARTICIÓN MULTICONEXIÓN**

El usuario móvil puede estar involucrado en varias conexiones uno-a-uno simultáneamente, decimos que hay sobrecarga de archivos cuando alguien se encuentra en esta situación. Aunado a esto el usuario móvil puede suscribirse a uno o más servicios de información mandando mensajes de vez en cuando. Cuando el usuario móvil se cambia a una nueva localidad, involucra la entrega de una o varias conexiones. Hay varios temas que pueden ser importantes cuando el esquema re-enrutamiento de la conexión es extendido para soportar conexión múltiple.

#### **4.5.2.3 IMPACTO DEL MEDIO AMBIENTE HETEROGÉNEO**

Los esquemas de conexión re-enrutamiento suponen uno de los tres esquemas de re-enrutamiento para que los conmutadores ATM soporten movilidad. Estos esquemas son: no hay cambios en los conmutadores ATM, cada conmutador ATM soporta movilidad y hay un límite de conmutadores ATM en redes alambradas que soportan movilidad. Un factor importante es que no necesitan ser direccionados debido a que unos conmutadores soportan movilidad y otros no. O puede suceder que cuando las redes ATM interconectadas son diferentes algunas de estas soportan movilidad y otras no. También es posible algunos de los conmutadores utilizados soporten multidifusión y movilidad, sólo alguna de las dos cosas o ninguna.

#### **4.5.2.4 INTERCONEXIÓN DE REDES HETEROGÉNEAS.**

En los esquemas de re-enrutamiento presentados en la literatura se encuentran esquemas que tampoco utilizan direccionamiento cuando son conectadas en redes ATM heterogéneas, esto es cuando las diferentes redes se basan en distintos esquemas de re-enrutamiento. Para estos propósitos las redes ATM pueden ser implantadas con esquemas re-enrutamiento genérico. Es posible dividir más de dos clases de esquemas de re-enrutamiento para propósitos de implantación. Restablecimiento total, extensión, ancla, y esquemas dinámicos pueden ser integradas dentro de un esquema genérico cuando el conmutador cruzado es seleccionado por un cierto criterio. Por usar diferentes criterios, todos estos pueden estar implementados dentro de esquemas genéricos, y nosotros lo llamamos Esquema Re-enrutamiento Reactivo Genérico (GRRS) cuya conexión es re-enrutada en reacción. Otros esquemas de re-enrutamiento tales como árbol de conexión virtual, árbol dinámico, re-enrutamiento basado en predicción, son colocados en la conexión de manera adelantada para que puedan estar integrados dentro de uno y estar en términos (GPRS). En GPRS se usan esquemas de predicción que se consideran como un caso especial de árbol de conexión virtual cuando sólo una rama de este árbol es colocada (usando predicción) para re-enrutamiento de conexión. El árbol de conexión virtual puede estar

pensado en un esquema de predicción simple para cubrir todos los sitios que el usuario móvil visitara posteriormente. Para asignar ancho de banda anticipado o posterior, cuando el usuario móvil alcanza una nueva localidad (cuando la rama del árbol es enviada por re-enrutamiento) podemos cubrir otros esquemas de re-enrutamiento mayores, tal como árbol dinámico que involucra asignación de ancho de banda sólo después de que el usuario móvil es actualizado en su posición.

Hay diversas situaciones posibles (aunque el número de permutaciones y combinaciones que los diferentes esquemas de re-enrutamiento tienen en las redes tienen que ser reducidas por fabricación de dos esquemas genéricos). Una se presenta cuando las redes utilizan esquemas de re-enrutamiento genérico y por otro lado no hay. El segundo caso es más complejo ya que es necesario investigar como se hará el direccionamiento. Podemos hacer algunos comentarios acerca de la situación cuando las redes son interconectadas y utilizar GPRS o usan GRRS. Una posible solución es utilizar GRRS en el punto de interconexión y utilizar GPRS en la parte del usuario móvil. Cuando se tiene un mayor cambio (o diversos cambios después) en las rutas de la red, la otra red puede ser notificada y esta parte de la ruta puede ser por consiguiente modificada. En los casos cuando ambas redes son interconectadas no se emplean esquemas genéricos, pero una utiliza esquema de re-enrutamiento y la otra uno de los cuatro esquemas de re-enrutamiento posibles (o el esquema genérico) entonces los tópicos de interconexión son simplificados. Si todas las redes necesitan ser interconectadas se utiliza re-enrutamiento integrado (genérico) por lo cual el esquema de re-enrutamiento particular puede ser seleccionado en base a recursos, tipo de conexión y otros factores.

#### **4.5.2.5 IMPACTO DE FALLA**

En las redes ATM inalámbricas, la estación base puede sufrir fallas, como fallas de conmutadores ATM, fallas de enlace, y fallas de dispositivos móviles. Los esquemas de re-enrutamiento de conexión propuestos en los temas literarios no utilizan direcciones. Por ejemplo, si los esquemas de re-enrutamiento incluyen previamente extensión de conexión y una nueva estación base, además suponemos que la estación base anterior falla antes de que la conexión sea extendida, no podríamos ejecutar tranquilamente una conexión de re-enrutamiento. Similarmente, la falla de los conmutadores (camino de conmutadores o cruce) hacen re-enrutamiento impactado.

#### **4.5.3 RE-ENRUTAMIENTO PARA CONEXIÓN MULTIDIFUSIÓN**

La multidifusión puede ser definida como el problema de creación, mantenimiento y actualización eficiente del árbol multidifusión. El árbol multidifusión necesita ser actualizado después de que los usuarios hojas son unidos, posteriormente habrá cambios en la conectividad o la carga de la red subordinada. En general hay dos planteamientos de árbol multidifusión. Uno es utilizar la raíz del árbol para todos los envíos y ramas para todas las recepciones, el otro es utilizar un árbol compartido [78]. La multidifusión en ATM inalámbrica es un tema de investigación interesante, ya que tranquilamente observamos la eficiencia y confiabilidad de redes ATM inalámbricas. ATM sólo soporta conexión punto a multipunto y multipunto a multipunto que pueden ser organizados en grupos de conexiones punto a multipunto. Varias soluciones para soportar multidifusión en ATM han sido propuestas (tal como malla, servidor multidifusión etc.) pero todos estos consideran usuarios ATM estacionarios. Esto ocasiona un costo de actualización / mantenimiento del árbol multidifusión, impacto de control de admisión y temas de escalabilidad.

En general los esquemas propuestos multidifusión pueden ser extendidos al soporte de usuarios móviles. Un punto que debe considerarse aquí respecto a la movilidad, tiene que ver con la actualización del árbol(es) multidifusión y el potencial desperdicio del ancho de banda en la red, si no se ejecuta de manera apropiada esta actualización después del traspaso. Pero actualizando el árbol, especialmente en el caso de movilidad rápida o de un gran número de usuarios, puede requerir una cantidad significativa de información de control. Por ejemplo, si el árbol base-fuente es utilizado en multidifusión, donde el usuario móvil es la fuente, se conecta a diferentes receptores utilizando árbol de camino corto, después el usuario móvil es cambiado a una nueva localidad y el árbol no es actualizado, por lo tanto la cantidad de ancho de banda usada por el árbol multidifusión puede incrementarse. Sin embargo, si el árbol es actualizado después de la entrega, entonces la cantidad de información de control en la actualización puede ser significativa. Por otro lado, si se utiliza un árbol compartido para multidifusión después de la entrega, entonces la longitud del árbol multidifusión (de aquí la cantidad de recursos utilizados en la red) puede incrementarse si no hay una actualización conveniente. El árbol multidifusión puede también estar sujeto al control de admisión después de que el usuario móvil se cambie a una nueva localidad, donde la estación base no puede proporcionar la cantidad de ancho de banda / recursos requeridos. El tipo de conexión de esquema re-enrutamiento utilizado en redes ATM inalámbricas consecuentemente también tienen un impacto en la escalabilidad del árbol multidifusión en términos del número de usuarios, tamaño de red y cambio de frecuencia. Si asumimos que un esquema de multidifusión genérico es usado, donde un árbol simple de multidifusión es utilizado para soportar comunicaciones multidifusión. Nuestra atención se enfoca más en el re-enrutamiento y en los posibles caminos actualizados del árbol multidifusión. El árbol puede ser actualizado juntando usuarios y hojas. Se proponen varias técnicas generales que pueden ser usadas con usuarios móviles para mantener la multidifusión.

#### **4.5.3.1 RE-ENRUTAMIENTO CON POSIBLE ACTUALIZACIÓN DE ÁRBOL**

Una opción es el re-enrutamiento de conexiones después de la entrega, de tal manera que el árbol multidifusión es parcial o totalmente actualizado. Nosotros lo llamamos re-enrutamiento con posible actualización de árbol. Este puede ser implantado en una variedad de caminos diferentes. Las diferencias en conexiones re-enrutamiento se encuentran después de la entrega.

- Encontrando un camino corto al núcleo. Después de la entrega, el usuario móvil es conectado vía camino corto al núcleo actual. El nuevo camino corto puede o no utilizar parte del camino corto anterior (camino anterior de entrega).
- Encontrando un camino corto al árbol. Después de la entrega, el usuario móvil es conectado de algún punto al árbol existente utilizando camino corto.

Encontrando un camino a un núcleo futuro. Si el nuevo núcleo puede ser predecido, entonces el usuario móvil es conectado al nuevo núcleo por el uso de un camino corto.

#### **4.5.3.2 RE-ENRUTAMIENTO SEGUIDO POR ACTUALIZACIÓN DE ÁRBOL**

El segundo esquema general esta basado en el concepto de re-enrutamiento que es independiente de la actualización del árbol multidifusión. En este caso el re-enrutamiento es hecho utilizando ciertos criterios y después alcanzar N entregas o T tiempos después de que la longitud del árbol

alcanza  $Q$  saltos, el árbol multidifusión es actualizado reduciendo los recursos de la red en beneficio del árbol multidifusión.

### 4.5.3.3 RE-ENRUTAMIENTO POR HOJAS Y UNIONES

La tercera técnica es de entrega compartida (1 o todas las  $N$  entregas) con la operación de hojas y uniones. Esta disposición causa que la nueva conexión pueda ser organizada después de la entrega y la actualización del árbol multidifusión pueda ser reducida.

Supongamos que los usuarios móviles están en las localidades 1, 5 y 7. Entonces el núcleo del árbol sería el conmutador B3 (las distancias a 1, 5 y 7 son 4, 2 y 3 saltos respectivamente). Si el usuario móvil que esta en la localidad 7 se mueve a la 6, entonces las posibles opciones para re-enrutamiento serían una conexión de B3 vía C6 (camino corto al núcleo), una conexión de C5 vía C6 (camino corto al árbol), o extender la conexión existente (B3-B4-C7) a C6. En el primer caso, las distancias desde el núcleo son 4, 2 y 2. En el segundo caso, las distancias son 4, 2 y 3. Y en el último caso, las distancias son 4, 2 y 4. La longitud del árbol multidifusión depende ahora del re-enrutamiento realizado. Algunos esquemas de re-enrutamiento tales como camino corto al núcleo o árbol pueden actualizar a los árboles parcialmente. Como extensión los esquemas de conexión re-enrutamiento pueden incrementar la cantidad de recursos y pueden no ser apropiados para multidifusión.

Podemos incluir información de control en cada uno de estos esquemas conteniendo el número de mensajes de señalización y el número de saltos que el mensaje necesita viajar. El total de información de control de los esquemas re-enrutamiento y el costo de actualizar el árbol resultante. Por lo tanto, estos esquemas pueden ser bien representados en conexión re-enrutamiento unidifusión y puede no representar adecuadamente re-enrutamiento multidifusión, en el cual el costo de actualización del árbol resultante puede ser muy alto.

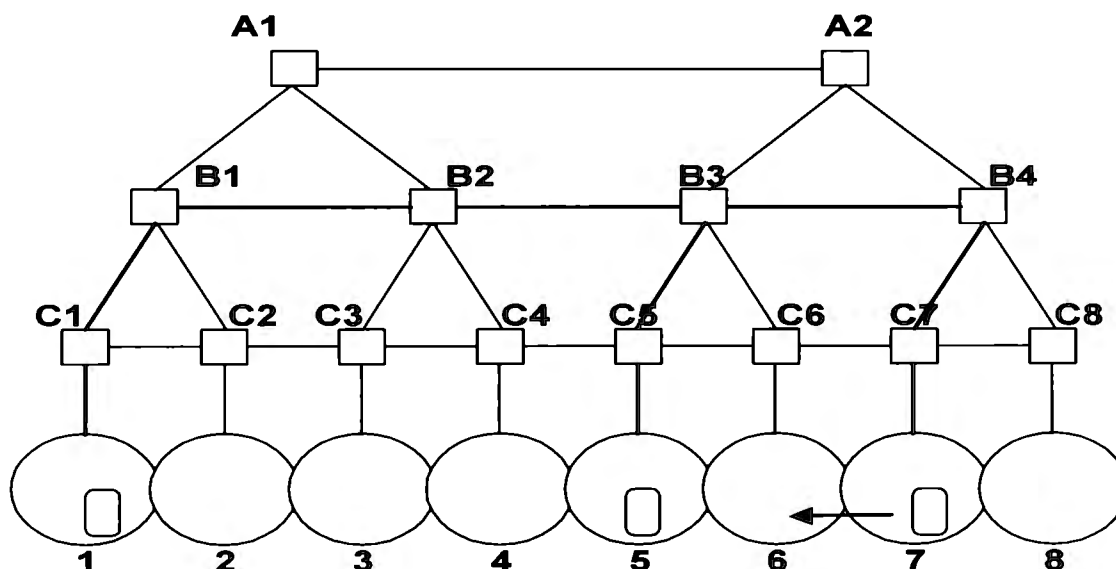


Figura 4.24 Árbol multidifusión en una red ATM Inalámbrica.

#### **4.5.4 RE-ENRUTAMIENTO POR CONEXIÓN MÚLTIPLE**

Un usuario puede ser involucrado en diferentes conexiones simultáneas uno-a-uno, digamos que está descargando un archivo mientras esta hablando con alguien. Por otro lado también puede suscribirse a más de dos servicios mandando un mensaje de vez en cuando. Es necesario considerar la situación cuando el usuario tiene varias conexiones. También cuando el usuario se cambia a una nueva localidad la entrega involucra, no una, sino varias conexiones. Los esquemas presentados en la literatura para esquemas de re-enrutamiento utilizan un direccionamiento simple de entrega sobre la conexión. En teoría estos esquemas también pueden hacer entregas involucrando varias conexiones. Sin embargo hay varios temas que son importantes porque soportan esquemas de conexión re-enrutamiento extendida y conexión múltiple. En esta sección se discutirán los temas que posiblemente serán de mayor impacto.

##### **4.5.4.1 RE-ENRUTAMIENTO PARALELO CONTRA SERIAL.**

Cuando el usuario móvil esta involucrado en varias conexiones necesita ser re-enrutado después de la entrega, una consideración importante es saber si puede o no ser re-enrutado simultáneamente. Si se vale entonces nosotros podemos considerar temas donde la cantidad de carga de información a conmutarse pueda ser soportada aun cuando se requiera una nueva conexión. También puede suceder que los conmutadores en el camino nuevo puedan soportar todas o sólo algunas de las conexiones. Por lo tanto también las características del conmutador tienen un impacto cuando hay varios usuarios móviles y todos quieren conectarse al mismo conmutador a la vez.

##### **4.5.4.2 PROCESAMIENTO Y RETARDO EN LA ENTREGA**

En el caso de procesamiento serial de conexiones múltiples, el retardo puede volverse preocupante si el total de retardos vistos por el usuario, es una suma de los retardos de cada conexión.

##### **4.5.4.3 RETARDO POR EL TRASPASO PARA TRÁFICO EN TIEMPO REAL**

Si se re-enrutan múltiples conexiones serialmente sin considerar el tipo de tráfico que transporten, puede ser posible que el tráfico en tiempo real pueda experimentar un mayor retardo que otros tipos de tráfico.

##### **4.5.4.4 CONTROL DE ADMISIÓN Y QoS.**

En caso de un traspaso de múltiples conexiones, la nueva estación base puede no tener el ancho de banda suficiente para soportar todas las conexiones, en ese caso la nueva estación puede reconsiderar la renegociación del ancho de banda o el posible bloqueo de una o más conexiones, en especial las que demanden bastante ancho de banda.

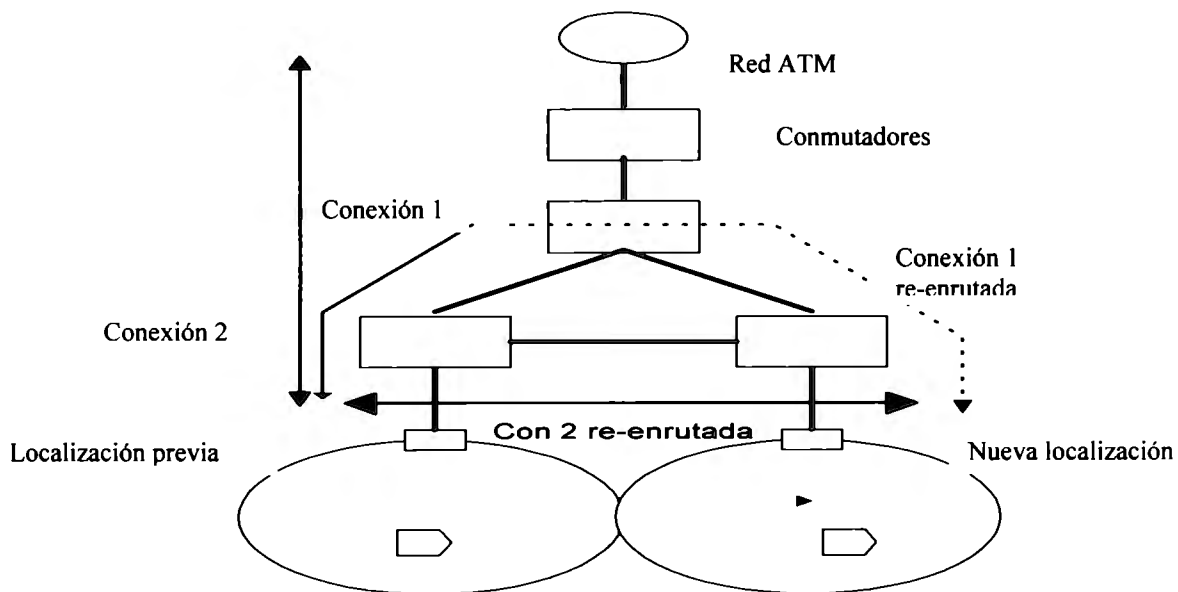
#### 4.5.4.5 COSTO DE ENRUTAMIENTO DEFICIENTE.

En redes ATM inalámbricas, dado que los recursos son limitados, la elección (o desempeño) de un esquema de re-enrutamiento de conexiones afecta en el uso (o desperdicio) del ancho de banda. Este problema puede incrementarse severamente cuando un traspaso involucra múltiples conexiones.

#### 4.5.4.6 UN ESQUEMA PARA EL TRASPASO DE MÚLTIPLES CONEXIONES

La opción que se tiene para el re-enrutamiento de múltiples conexiones como parte de un sólo traspaso debe basarse en la QoS esperada del tráfico transportado en dichas conexiones. Por ejemplo, si una conexión involucra tráfico en tiempo real entonces puede usarse un esquema de re-enrutamiento simple y rápido. Esquemas de re-enrutamiento más eficientes y complejos pueden usarse con conexiones con tráfico que pueda tolerar algunos retardos. Las redes inalámbricas pueden construirse con uno de los dos esquemas genéricos de re-enrutamiento como GRRS o GPRS y después puede elegirse un esquema de re-enrutamiento (como extensión, restablecimiento incremental, etc.) basándose en varios factores. Por ejemplo, si se emplea un esquema GPRS y si el patrón de movilidad del usuario es muy aleatorio, los conmutadores podrían usar esquemas de árbol virtual o dinámico que involucren a varias conexiones para cubrir todos los movimientos posibles de un usuario, si el patrón de movimiento del usuario es estático o no muy aleatorio, entonces los conmutadores pueden usar esquemas de predicción para el re-enrutamiento de las conexiones.

Las ventajas de escoger un esquema de re-enrutamiento basándose en la conexión incluyen un menor retardo para el tráfico en tiempo real, enrutamiento eficiente para tráfico tolerante a retardos y la distribución de las cargas de tráfico en diferentes rutas. Esto también reducirá el impacto de una falla en el conmutador y/o enlace en el usuario móvil ya que todas sus conexiones no serán afectadas si un conmutador que transporta una o algunas de las conexiones re-enrutadas falla. Un ejemplo de enrutamiento se muestra en la figura 4.25.



**Figura 4.25 Re-enrutamiento en un traspaso de múltiples conexiones RAC/EAC.**

Adicionalmente seleccionar el esquema de re-enrutamiento basándonos en el tráfico, proponemos que se use un esquema de prioridades para seleccionar que conexión debe traspasarse primero y así sucesivamente. Los factores que podrían considerarse son: el tipo de tráfico, el historial de retardo en el traspaso para la conexión y el ancho de banda de la conexión.

Si la nueva estación base no puede soportar todas las conexiones de un usuario móvil que acaba de entrar en su celda, entonces la estación puede reducir la asignación de ancho de banda de una o más conexiones para permitir que las otras conexiones prosigan.

#### **4.6 MAPEO DE REDES ATM COMPUESTAS A LAS REDES ATM INALÁMBRICAS.**

La demanda de accesos inalámbricos a redes basadas en ATM, incrementa la importancia de las aplicaciones de cómputo portátiles en los negocios, consumidores y la industria, además de las necesarias estructuras y protocolos para la red, que tienen que ser considerados. Así actualmente las especificaciones ATM asumen que las terminales finales, continuarán conectadas a un puerto compuesto de la red. Varios de los diseños de interconexión ATM arquitectónicos, necesitan ser revisados y mejorados, en el orden de soportar movilidad y abarcar las características clave de la ATM antigua. Esto entretanto podría ser reducido a una implantación exitosa en un sistema ATM multimedia sobre un medio inalámbrico, que requerirá un número de compromisos y un uso muy eficiente de toda la estructura disponible, conmutadores ATM, cableado, etc. Así el desarrollo de ATM inalámbrica es visto, como una extensión de la ATM existente, hacia los dispositivos móviles. Partiendo de que ATM inalámbrica adopta los servicios de comunicación que le provee la ATM, además toda la arquitectura es basada en protocolo de pila de ATM.

La integración de un sistema móvil en B-ISDN compuesta, puede ser más ventajosa que la mejora en la interconexión entre ellos. La integración puede significar la introducción de características específicas dentro de los estándares B-ISDN.

ATM inalámbrica adiciona las ventajas de movilidad (operaciones sin cordón) a las ventajas del servicio de las redes ATM. El aspecto de movilidad forzó el desacoplamiento del mapeo normal de nodo y puerto conmutado. En su lugar un acceso inalámbrico (Estación Base) funciona como una extensión del conmutador ATM que sirve al nodo (Estación Móvil).

La extensión de aplicaciones multimedia a las terminales móviles, se ha hecho necesario para proveer una interconexión similar entre las redes alambreadas e inalámbricas. Donde los usuarios de terminales ATM inalámbricas requieren de la misma funcionalidad y QoS, de los usuarios de terminales ATM alambreadas. Así, una adición al protocolo de pila de la interfaz ATM se ha construido como un multiplexor ATM general. Como se muestra en la figura 4.26.

El acierto de ATM inalámbrica es permitir una integración completa de terminales ATM inalámbricas dentro de la red compuesta ATM al poner el protocolo de red ATM inalámbrico en WAT(Terminal ATM inalámbrica), BS(Estación base) y el conmutador ATM. El sistema inalámbrico ATM podría seguir un protocolo de capas que es armonizado con el protocolo de pila ATM, en orden de evitar complejidad así como el tiempo de procesamiento. Los primeros resultados de la investigación indican que es posible el uso de un protocolo estándar ATM que soporte similarmente alambreado e inalámbrico vía la incorporación de un nuevo protocolo específico inalámbrico de subcapas y que anime la minimización de sobre encabezados que se dan en el soporte a usuarios móviles. La aproximación de protocolo ATM inalámbrico basado en una arquitectura de pila con la adición de nuevas funciones inalámbricas específicas, que

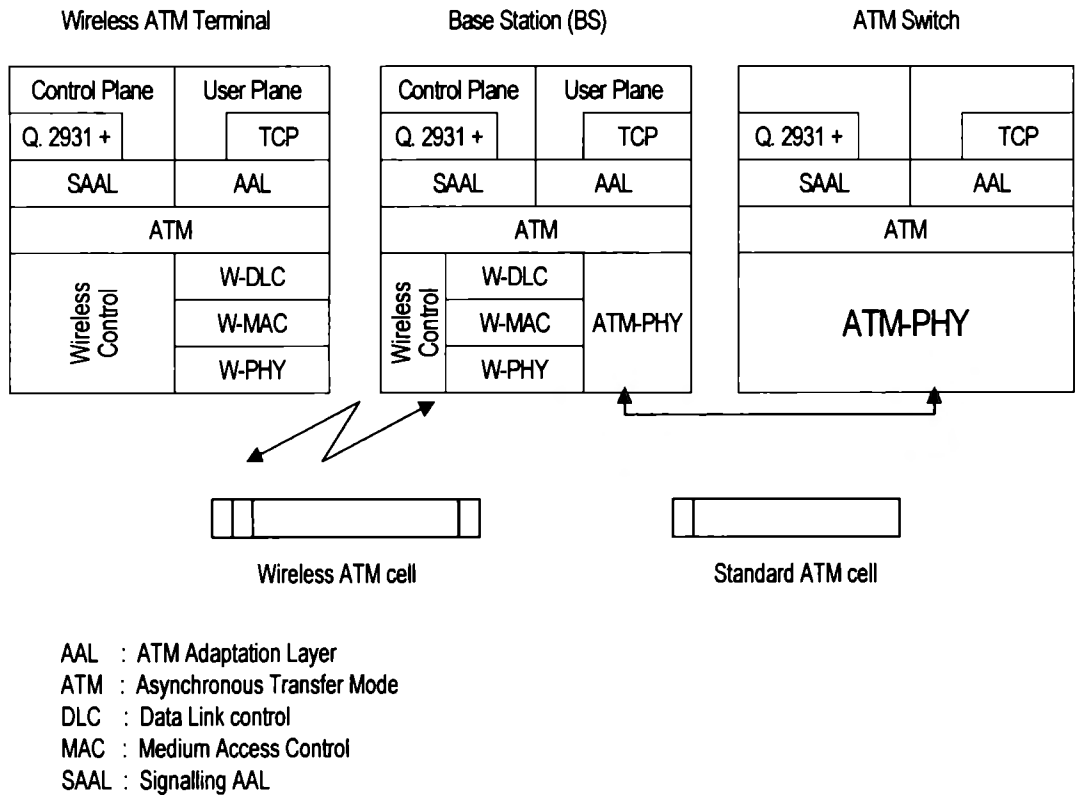


incluyen la capa física de radio, el control de acceso al medio, el control de enlace de datos, y el control inalámbrico, dentro del protocolo estándar de pila, bajo la capa ATM que se muestra en la figura 4.26. Esto significa que la capa normal ATM y el plano de control de servicios tal como IP, VC multiplexado, CLP, el control QoS continuara en uso para el servicio móvil. Una interfase simple de enlace físico alámbrado es reemplazada por una pila multicapas que provee las características específicas del ambiente de radio.

Primero, la funcionalidad de la capa física inalámbrica (W-PHY) es optimizada para transportar celdas ATM sobre un medio de radio con una velocidad razonablemente fiable, que reside en ambos WAT y BS. Que pueden operar en varias bandas de frecuencia dependiendo de las políticas nacionales e internacionales. Esto es responsabilidad del protocolo de enlace inalámbrico para accesos ATM inalámbricos.

Segundo, el control de acceso al medio inalámbrico de la capa (W-MAC), permite a los múltiples dispositivos de terminal compartir la capacidad de radio canal equitativamente y de acuerdo a su negociación de QoS, que reside en MT y BS. A partir de la eficiencia de ATM extremo a extremo, se torna sensible a la pérdida de celdas, procedimientos de control de error son requeridos para los radio accesos inalámbricos ATM. Otro uso del diseño de la capa MAC, es la de soportar múltiples capas W-PHY. Diferentes W-PHY son necesarias para diferentes medios W-MAC que están disponibles para soportarlos.

Tercero, el propósito de la capa de control de enlace de datos (W-DLC), es proveer mecanismos de control de error, como una alta interferencia de ruido y características pobres de nivel físico del medio inalámbrico. Ejemplos de estas características son recuperación de errores, detección



**Figura 4.26 Mapeo de redes ATM compuestas a las redes Inalámbricas**

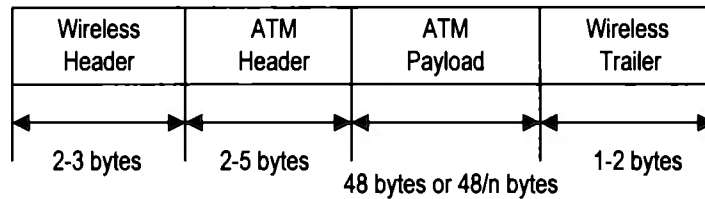
De errores, limitar la propagación de error del canal de radio dentro de la red, o aliviarlo, protección y mejora contra la transmisión del canal inalámbrico, incluyendo retransmisión. Esto

es también usado dentro de los paquetes de diferente tamaño de caracteres de la ATM inalámbrica. Esto se realiza antes que las celdas sean transmitidas a la capa ATM, en otras palabras el W-DLC es responsable de proveer el servicio de la capa ATM y aislar la comunicación del canal ATM inalámbrico dentro de la capa ATM, que reside en la estación base BS y la terminal móvil MT.

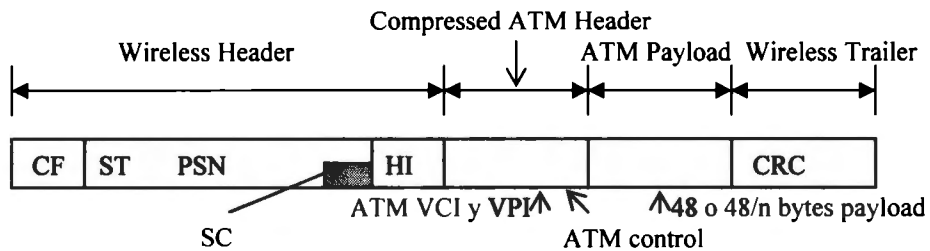
Por ultimo, la capa de control inalámbrica es implantada para soportar funciones relacionadas al radio enlace, tales como: registro, traspaso, administración de la localización, renegociación de QoS específica, envío de celdas secuencial y administración de la potencia de la frecuencia. Todo esto es necesario para interfasar con las funciones del plano de control relacionado a la capa de radio acceso. Que reside en la terminal inalámbrica ATM WAT y la BS, que es usada entre ellas. Todas las nuevas características adicionales se encuentran bajo la capa de ATM. Esto significa que los servicios regulares como llamada de configuración, direccionamiento VCI/VPI, multiplexión de VC, priorización de celdas y control de QoS, serán usados para servicios móviles también.

El plano de control, en MT y BS y el conmutador ATM, usa una versión mejorada de movilidad de ATM ITU del protocolo de señalización Q.2931+ (que incluye extensiones de movilidad), para conexión y establecimiento de traspaso, y renegociación de QoS entre los correspondientes destinos.

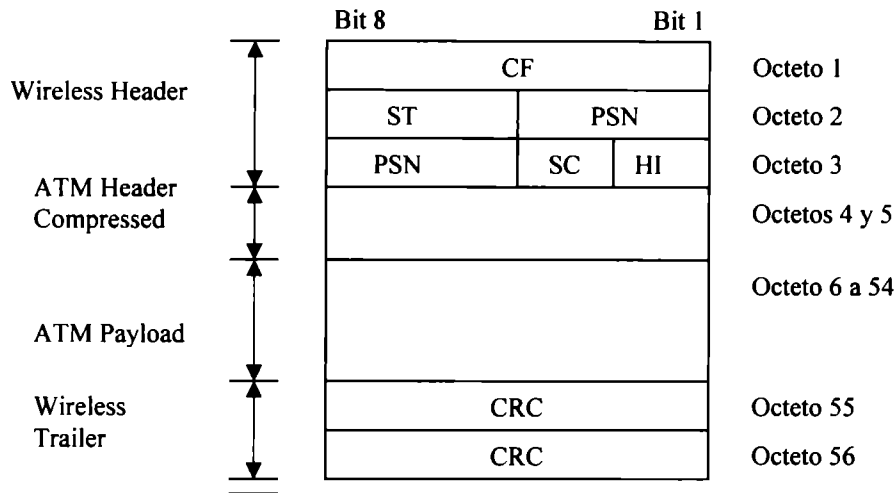
**4.6.1 FORMATO DE UNA CELDA ATM INALÁMBRICA.**



**Figura 4.27.a Formato de una celda ATM Inalámbrica**



**Figura 4.27.b Detalles del formato de la celda ATM inalámbrica**



**Figura 4.27.c Formato de una celda ATM inalámbrica de comunicación entre una WAT y una BS**

Regularmente ATM emplea un encabezado de control de error (HEC), para proteger el encabezado de la celda ATM de un error de bit y evita el mal reenvío de celdas ATM. Además las redes ATM inalámbricas necesitan un esquema poderoso de corrección de error, ambos envío de corrección de error (FEC) o revisión de redundancia cíclica (CRC), para ofrecer una tasa aceptable de bits de error (BER) eficiente. Los paquetes que son transmitidos en un medio inalámbrico se ponen en un formato ATM encapsulado con un encabezado adicional inalámbrico y un avance (Trailer) inalámbrico, como se muestra en la figura 4.27.a. El encabezado puede ser comprimido, con el propósito de reducir el sobre encabezado de paquetes y además proveer espacio para el encabezado inalámbrico y el avance inalámbrico. El CRC es usado para detección de errores o revisión de la secuencia de los marcos. Este puede ser de uno o dos bytes en las implantaciones. Sí no se detecta error en ambos, encabezado inalámbrico y encabezado ATM, entonces se considera una celda válida. Sí un error es detectado, la celda ATM recibida se descarta. El encabezado ATM puede ser comprimido dejando espacio para el encabezado inalámbrico o producir menos sobre encabezado. La carga (payload) de ATM puede ser 48 o un submúltiplo de 48 tal como 16 o 24 bytes, esto depende de la eficiencia del canal inalámbrico. El método para aplicar CRC se puede revisar con más detalle en [79] y el método para FEC puede ser visto en [80]. Los detalles del formato de la celda ATM [81] pueden ser explicados a continuación (tal y como se muestra en las figuras 4.27.b y 4.27.c):

1. Compresión del encabezado ATM. Compresión del VCI ATM, VPI y control ATM (tipo de carga de ATM, HEC, y CLP) que tiene 2 bytes.
2. Encabezado inalámbrico. Este tiene 3 bytes y consiste de:
  - 2.1 Tipo de Servicio (ST). Este servicio provee una indicación, en caso de que el paquete sea CBR, VBR, Ráfaga, datos o supervisión de control.
  - 2.2 Número de la Secuencia del Paquete (PSN). Este provee un mecanismo de control de error, que protege contra características de un medio físico inalámbrico pobre. Que asignara el PSN, en las celdas ATM que son retransmitidas.

- 2.3 Contador de Secuencia (SC). Sí la celda ATM es segmentada dentro de 16 o 24 bytes, entonces el SC puede ser requerido.
- 2.4 Indicador de Traspaso (HI). Que indica cuando el traspaso esta sucediendo o finalizando.
- 2.5 Campo de Control (CF). Este es necesario para supervisar funciones MAC, tales como peticiones de reservación.
- 3. La carga de ATM (payload). Esta es de 48 bytes.
- 4. Avance Inalámbrico (Trailer). Este es consistente con el (CRC) verificado del ciclo de redundancia. Este es usado sólo con PSN, como un mecanismo de control de error. Y consiste de 2 bytes.

## **4.7 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN ATM INALÁMBRICA.**

ATM es aceptada a ser la red de banda ancha internacional, como consecuencia esta deberá soportar el tráfico de voz, datos y vídeo. Muchas aplicaciones en el futuro compartirán una red ATM. A la par de la ATM alambrada, la ATM inalámbrica es el resultado directo del movimiento ATM “por todos lados” que soporta comunicaciones de datos integradas (voz, datos y vídeo), con QoS garantizado, que no esta disponible en otros sistemas de comunicación inalámbricos. Además de introducir nuevos problemas de seguridad en estos sistemas.

### **4.7.1 SEGURIDAD EN REDES ATM COMPUESTAS.**

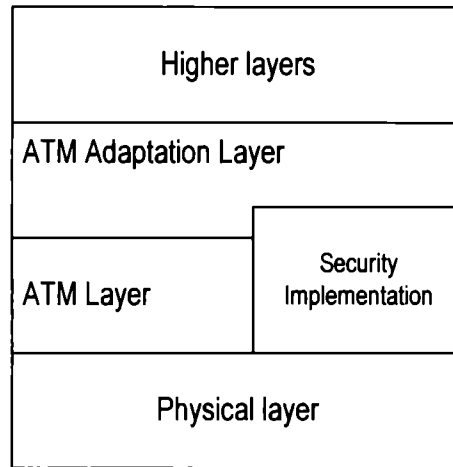
El surgimiento de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN), esta creando un nuevo ambiente de interconexión. Esta es la tecnología más prometedora que puede satisfacer los servicios de comunicaciones, que son diversos, en términos de calidad del servicio (QoS), tarifado, etc. El Modo de Transferencia Asíncrono (ATM), fue el objetivo de ITU para implantar las técnicas de multiplexión y conmutación de B-ISDN. Como una red de servicios, tales como fax, multimedia, correo electrónico, vídeo en demanda y vídeo conferencia. Siendo más capaz de atraer más tráfico e información más sensitiva. El contexto de tal comunicación representa un lucrativo objetivo para la indiscreción y el manoseo. Como resultado, se incorporan mecanismos de seguridad y servicios dentro de las redes ATM como algo urgente a este rublo. El manejo correcto de elementos de seguridad, tales como control de acceso, confidencialidad e integridad de datos etcétera, son esenciales para la seguridad de la red. El contador de hilos de la operación de redes basadas en ATM, características de seguridad deben ser adicionadas al protocolo. Estas características deben ser adicionadas como extensiones de los estándares existentes, que tienen que ser una parte integral del protocolo de pila. Además en adición al protocolo ATM, se debe asegurar que las celdas deben ser ruteadas correctamente en la red pública.

Los requerimientos de seguridad básica en ATM son: autenticación, confidencialidad, integridad y control de acceso, que puede ser provista por la capa ATM y la capa de adaptación ATM sugerida por [82].

#### 4.7.1.1 ARQUITECTURA DE SEGURIDAD EN LA RED ATM.

El punto de partida de la red ATM y el protocolo de señalización deberán ser aumentados para soportar funciones relacionadas a seguridad

La confiabilidad de los servicios de seguridad adicionados directamente dentro de la pila del protocolo, son mencionados por T. D. Tarman, que fue quien propuso las capas de adaptación ATM y la capa ATM que se ven en la figura 4.28.



**Figura 4.28 Seguridad en la red ATM Inalámbrica**

#### 4.7.2 SEGURIDAD EN LA ATM INALÁMBRICA.

Como en cualquier sistema inalámbrico, las redes ATM inalámbricas transmiten datos por medio de una interfaz aérea inalámbrica. Esto provoca que las comunicaciones puedan ser escuchadas lo cual impone nuevas constantes en seguridad que se pueden comparar con un medio alambrado.

Una aplicación que proporcione un servicio ATM en redes inalámbricas, debe cuidar la interconexión entre redes alambradas / inalámbricas.

La arquitectura de seguridad para sistemas de ATM inalámbrica podría ser compatible, en la medida de lo posible, con la propuesta de seguridad de la ATM alambrada. Esto es, se debe soportar la autenticación de terminales individuales, con el fin de asegurar que sólo terminales autorizadas se les permita el acceso a la red. Confidencialidad o privacidad deben ser incluidas para asegurar los derechos de las personas. La integridad de la información es otro elemento de seguridad que maneja ATM alambrada y que debe ser incluido en ATM inalámbrica, que protege la información de la manipulación no autorizada. A continuación se listan los elementos de seguridad que deben de considerarse en ATM inalámbrica:

- Confidencialidad de la identidad de la terminal, la dirección de la terminal no debe estar disponible o abierta a individuos sin autorización, entidades o procesos.
- Autenticación de la identidad de la terminal, la verificación de la identidad que la terminal transfiere en la trayectoria de radio debe ser protegida por la terminal. Esto protege a la red

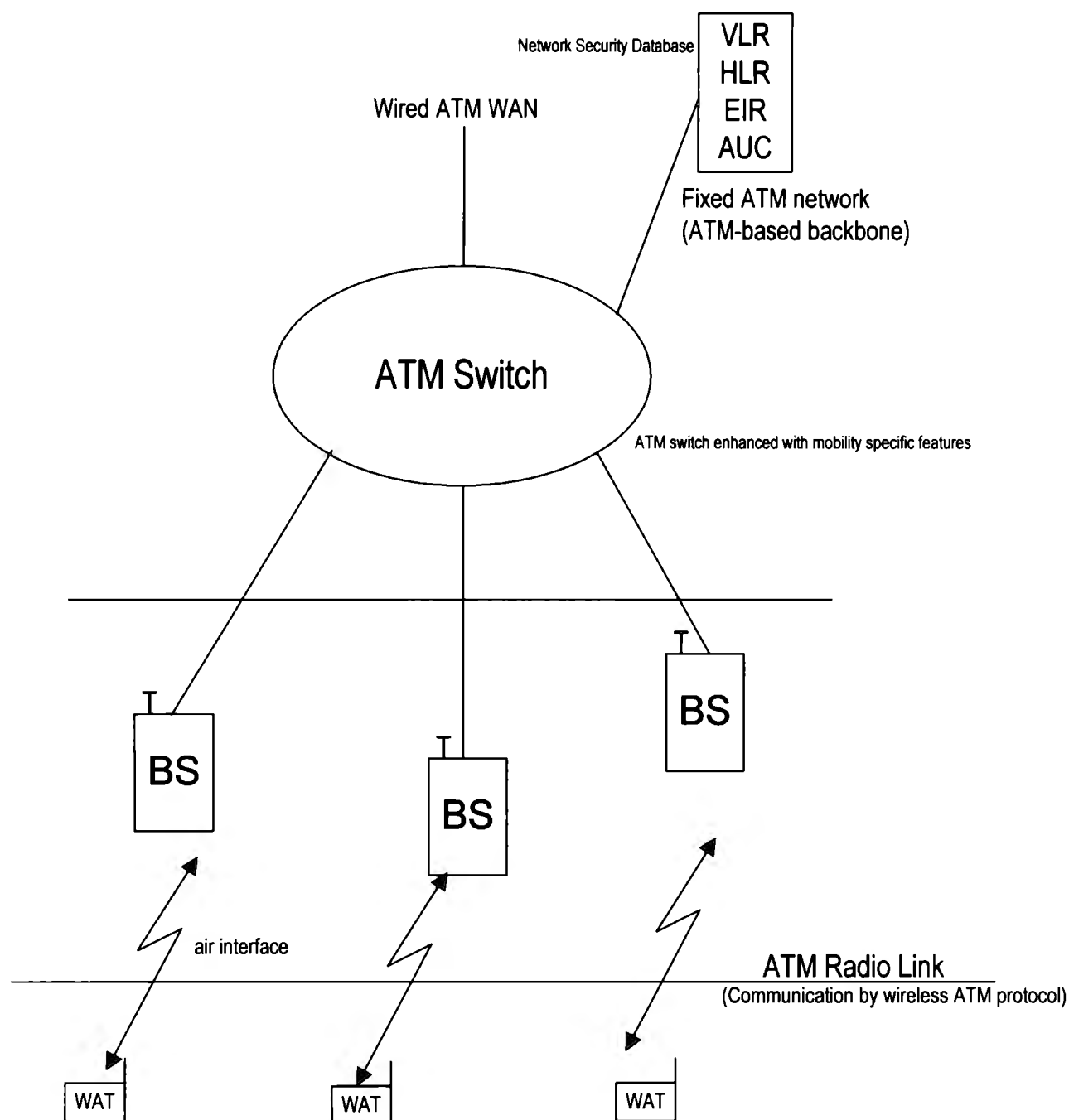
contra accesos no autorizados, negando el acceso a los intrusos en nombre de un usuario válido.

- Confidencialidad de los datos del usuario, esto es que no se puede intervenir en la información del usuario en enlaces locales, o aquellos que sean globales en el sentido de respetar lo que el usuario maneja. Este requerimiento debería incluir la no-propagación de errores, la fácil resincronización en caso de pérdida de celdas.
- Confidencialidad en la señalización de información, la privacidad relacionada al usuario como elemento de señalización.

#### **4.7.2.1 ARQUITECTURA DE SEGURIDAD DE UNA RED ATM INALÁMBRICA.**

En orden de soportar seguridad en una red ATM inalámbrica la infraestructura de la red necesita contar con un conjunto de entidades de red, que sean disponibles para proveer el servicio necesario para la aplicación que comprime el registro de localización del visitante VLR, registro de localización del hogar HLR, registro de localización del equipo EIR y el centro de autenticación AUC que son mostrados en la figura 4.29.

Es un hecho que una red alamburada presenta un ancho de banda mayor que una red inalámbrica, lo cual le permite un control de seguridad del sistema, que puede ser iniciado en la red compuesta. Entonces el VLR, HLR, EIR, AUC en este propósito son conectados a la red alamburada, o en un conmutador ATM y en una base de datos de una red ATM inalámbrica de seguridad.



AUC : Authentication Centre  
 BS : Base Station  
 EIR : Equipment Identity Register  
 HLR : Home Location Register  
 VLR : Visitor Location Register  
 WAT : Wireless ATM Terminal

**Figura 4.29** Arquitectura de seguridad de una red ATM Inalámbrica

### 4.7.2.2 PILA DEL PROTOCOLO DE SEGURIDAD EN ATM INALÁMBRICA

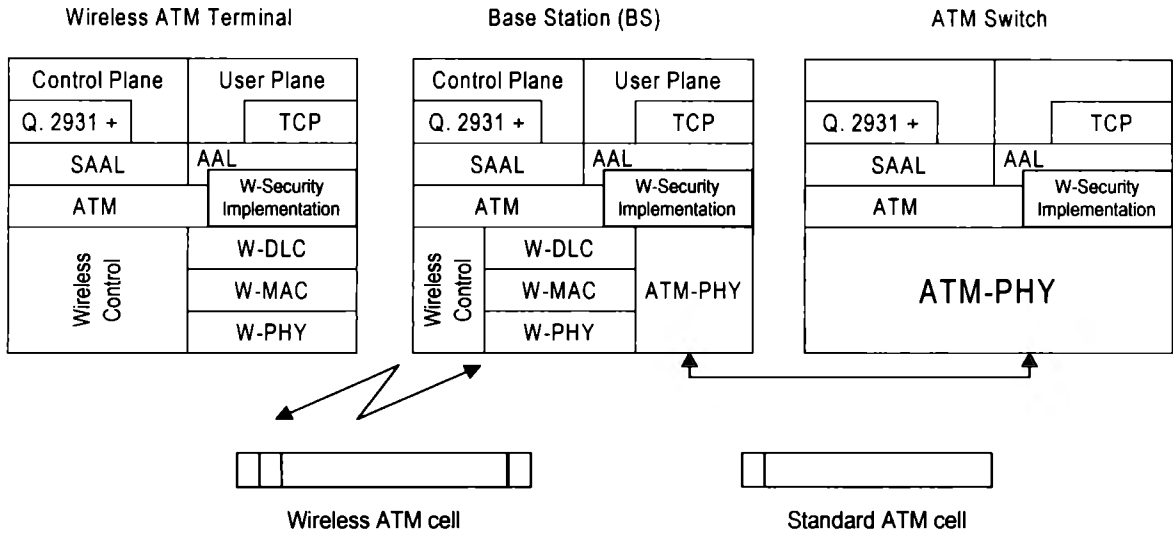


Figura 4.30 Protocolo de seguridad en ATM Inalámbrica

La interfaz aérea y una pila adicional de protocolo para seguridad son necesarias. El proveer encipción debe ser elegido cuidadosamente, para minimizar las barreras legislativas del desarrollo global y no deben de cambiarse la cantidad de bits de las unidades de transmisión. Como se menciona anteriormente el control de la seguridad se visualiza para ponerse en la capa de ATM y la capa de adaptación (AAL). Entonces el control de seguridad inalámbrico, será puesto en la capa ATM y la capa de adaptación ATM (AAL).

### 4.7.2.3 ARQUITECTURA DE SEGURIDAD EN REDES ATM INALÁMBRICAS.

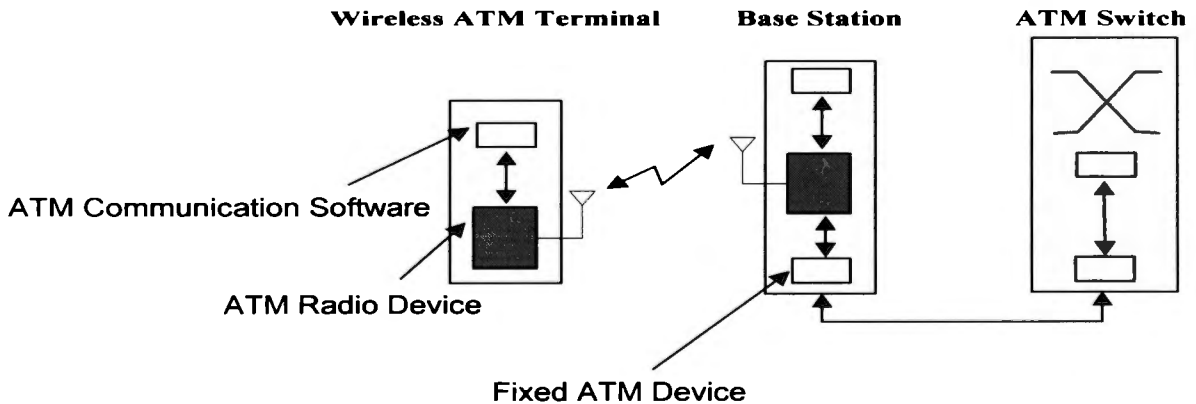
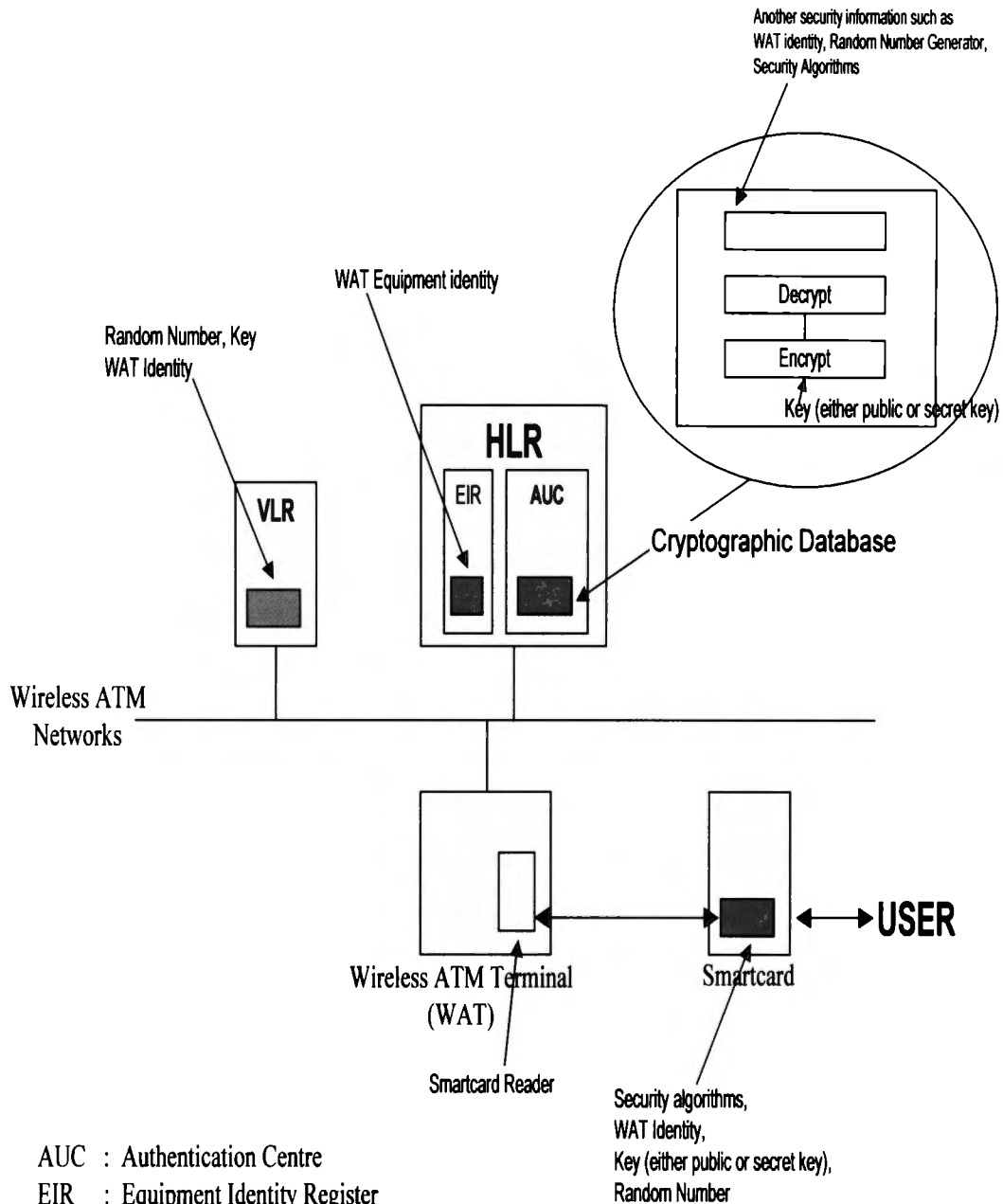


Figura 4.31-A Arquitectura de seguridad en ATM inalámbrica





AUC : Authentication Centre  
 EIR : Equipment Identity Register  
 HER : Home Location Register  
 PIN : Personal Identification Number  
 VLR : Visitor Location Register  
 WAT : Wireless ATM Terminal

**Figura 4.31-B Arquitectura de seguridad en ATM Inalámbrica**

Las figuras 4.31-A y 4.31-B de la arquitectura de seguridad de las redes ATM inalámbricas pueden ser interpretadas como sigue:

- La terminal ATM inalámbrica (WAT). Todos los procesos ejecutados toman lugar dentro de la terminal ATM inalámbrica y actúan como punto de entrada para el usuario que accede a la red.

- Tarjeta inteligente. Los requerimientos de seguridad referente a mantener la seguridad requiere observar a un suscriptor, la autenticación de un suscriptor y verificar sus privilegios de acceso. Lo anterior es fácilmente implantado usando la tarjeta inteligente. Así mismo funciona como una ayuda al usuario humano que lleva fuera el protocolo de autenticación. Además provee fácil actualización de datos WAT, flexibilidad de implantación y portabilidad. Las tarjetas almacenan claves secretas o públicas de datos y procesa funciones de criptografía.
- Estación base. Esta provee la puerta para redes alambradas ATM para ser accedidas a las redes inalámbricas, que además sirven al WAT, de tal forma que es más apropiado para negociar tráfico y necesidades de QoS.
- Registro de localización de hogar (HLR). Este verifica la autenticidad de la petición de WAT y mantiene una base de datos de suscriptores a través de la identidad de WAT.
- Registro de localización de visitante (VLR). Si el WAT esta fuera de la frontera del HLR, entonces el VLR hace el trabajo de HLR.
- Registro de identificación de equipo (EIR). Este es el lugar donde el equipo WAT almacena su identidad. Este es usado cuando el WAT falla e intenta la autenticación para asegurar el servidor, ambos HLR o VLR, que el WAT es autentico. En otras palabras, esto es efectivamente la verificación del equipo de identidad WAT y autenticación de usuario del sistema.

#### **4.7.2.4 ALGORITMO PARA SEGURIDAD DE ATM INALÁMBRICA.**

Ya que el proceso de encriptación se encuentra dentro de la pila del protocolo, se debe seleccionar un algoritmo de encriptación apropiado. La primera propuesta es tratar de usar el algoritmo que ya se usa en redes móviles existentes, luego migrar y evolucionar. Hay que tomar en cuenta que un conmutador ATM es un multiplexor de celdas de alta velocidad y que ningún algoritmo es viable para el sistema de alta velocidad en el conmutador ATM. Dado el poder de un conmutador ATM, esto significa que la implantación del algoritmo, debe tener la habilidad de acceder un rango de datos clave, sesiones clave, en alta velocidad y poder cambiar este conjunto a tiempo o bloquear la tabla, dinámicamente y además aplicar esto rápidamente a la próxima celda. Además se tiene el problema de alineamiento entre carga de celdas ATM, que es de 48 bytes, con ambos el bloque cifrado o la trama cifrada [83]. Entonces los algoritmos deben ser escogidos cuidadosamente en orden de cumplir con estas dificultades.

### **4.8 FUNCIONES BÁSICAS DE ATM Y WATM**

Tener una descripción de las funciones básicas, tanto de ATM como WATM ayuda a clarificar la forma de operación de estas tecnologías, a continuación se enumeran 9 de estas características.

1. Conexiones virtuales, donde todos los paquetes son cortos y de la misma longitud (53 octetos).
2. Asigna recursos por medio de sus configuraciones de red, balanceo de tráfico de los enlaces, además separa datos y control, lo que produce una conmutación rápida y simple.
3. La capa AAL realiza el mapeo de los servicios requeridos por las aplicaciones.
4. Manejo de un amplio rango de tasas y de otros servicios en tiempo real, con diferentes atributos de calidad y servicio (QoS).

5. Flexibilidad de soportar conexiones de cualquier capacidad deseada.
6. Es el único modo de transferencia que puede soportar eficientemente tráfico multimedia.
7. No tiene control de error ni flujo de enlace-por-enlace.
8. Reserva ancho de banda y distingue características de tráfico de diferentes conexiones de servicio, con diferente QoS, en contraste con las redes IP (de mejor esfuerzo), que no aseguran QoS.
9. Da servicio a un 40% del tráfico existente de redes IP (con conexiones lentas), si se compara RSVP con la QoS de ATM, se tiene que RSVP sólo prioriza el envío de paquetes, no garantiza el ancho de banda en las conexiones virtuales conmutadas.

De las redes WATM se hace una descripción más detallada, a continuación se presentan 21 puntos que explican de forma sintética esta tecnología.

1. Puede ser considerada como una extensión de las redes ATM públicas y privadas. Potencialmente 50,000 celdas ATM pueden ser multiplexadas en el mismo enlace inalámbrico por difusión a 25 Mbps, con una buena ganancia estática.
2. Nacen como una necesidad para integrar un vasto rango de tecnologías inalámbricas de red, con las redes fijas existentes, además de reunir los diversos servicios de tráfico y calidad esperados por los actuales y futuros usuarios.
3. La eficiencia es un cuello de botella, que se desprende del medio de transmisión utilizado.
4. Con la utilización del esquema de celdas cortas de ATM, tiene cierta ventaja en la transmisión, en caso de error, mientras en la mayoría de las redes inalámbricas se utilizan paquetes largos y variables.
5. El modo de transporte puede ser encapsulado o natural, en el modo encapsulado las celdas ATM son agrupadas y luego transportadas por CSMA / CA, este último modo tiene desventaja en la interfaz alámbrico / inalámbrico, que origina ausencia de QoS y la falta de transparencia de los protocolos ATM.
6. Su construcción geográfica esta basada en micro o pico celdas, donde las áreas cubiertas más pequeñas, incrementan la tasa de traspaso. Así como las áreas más congestionadas producen degradación de la QoS.
7. La frecuencia de operación se sitúa en la banda de los 5 GHz, con un espectro de alrededor de 300 MHz. Las bandas de 17 GHz y 60 GHz se utilizarán para tasas altas de transmisión. La banda de 60 GHz es la más apropiada para aplicaciones multimedia, en esta banda la pérdida por absorción de O<sub>2</sub> es un tanto alta (produciendo reflejo de señales).
8. La modulación puede ser lineal o no lineal, destacándose CPM, DQPSK, GMSK y QAM. En aplicaciones recientes se utiliza receptores adaptables ecualizados y arreglos de antenas inteligentes. La utilización de estas antenas se hace por sectores instalando antenas direccionales.
9. Los esquemas de multi-portadora o multi-tono son formas de transmisión paralela que compensan el retraso multi-trayectoria extendido, sin la necesidad de ecualización.
10. El sistema ortogonal por división de frecuencia OFDM utiliza un ancho de banda menor que uno que usa multi-portadora. Y el lado oscuro de OFDM es sin duda su sensibilidad al desplazamiento de frecuencia, así como cotejamiento deficiente en tiempo.
11. La duplexión es la forma como se le llama al manejo de un enlace de bajada de base-a-móvil, así como al enlace de subida de móvil-a-base. Las dos formas más comunes de duplexión son TDD y FDD, ambas utilizan la misma cantidad de espectro, pero FDD requiere de dos bandas, mientras que TDD utiliza sólo una, lo cual le da ventaja.

12. Un protocolo de acceso múltiple soportando WATM puede garantizar QoS, para voz, vídeo y servicios de datos.
13. Recientemente CDMA utiliza código de agregación, en transmisiones de alta velocidad, así también la nueva versión de IS-95B asegura más de ocho bits. Una forma propuesta de mejorar CDMA es por supresión y cancelación de interferencia. Por su parte TDMA adapta los cambios en carga de tráfico, así como las condiciones de interferencia y la autonomía del usuario móvil.
14. Un protocolo que propone acceso múltiple asíncrono es SAMA, que funciona con o sin ranuras y provee una amplia variedad de tasas de datos.
15. Para el control de error se utiliza reenvío de corrección de error FEC, codificando peticiones de repetición automática, tal como la relación de celdas perdidas CLR. El FEC no es del todo efectivo, por lo que es necesario el uso de ARQ para mejorar el CLR. De manera general las aplicaciones que son sensibles a retrasos, pueden ser transmitidas con ARQ, mientras que las aplicaciones en tiempo real, tal como voz y video, es mejor utilizar FEC.
16. En WATM se adiciona el número de secuencia de la celda ATM, para identificar de manera única a las celdas con fines de retransmisión y reconocimiento. También se adiciona el CRC al final de cada celda ATM. Con la idea de mejorar este tipo de transmisiones inalámbricas eficientemente, el encabezado de las celdas ATM estándar, puede ser comprimido de 2 a 4 octetos, así mismo el control de encabezado HEC, puede ser removido durante la transmisión inalámbrica y luego reinsertado cuando la transmisión WATM tiene éxito.
17. TCP asume de manera explícita que la retransmisión es el producto de la congestión, reduciendo drásticamente la tasa de transmisión. Un método útil intenta generar conciencia en el emisor de la existencia de un enlace inalámbrico y determina que algunos paquetes perdidos no son por congestión. Entonces el emisor no invoca el control de congestión en pérdidas no relacionadas con la congestión.
18. La asignación de recursos utiliza una dinámica en el otorgamiento de ancho de banda y niveles de potencia, dependiendo de la interferencia, propagación y condiciones de tráfico. O simplemente por predicción, para asegurar que los requerimientos de las aplicaciones son lo más parecido a lo que se tiene.
19. Administración de Localización. Responsable de encontrar el nodo móvil
20. Señalización de Traspaso. Se refiere al proceso de cambiar los canales de frecuencia, esto es, que un servicio puede ser mantenido sin interrupción, cuando los nodos se mueven a través de las áreas de cobertura inalámbrica. Este proceso además ayuda a seguir dinámicamente el nodo móvil.
21. Control de Conexión. Trata con la conexión ruteo y mantenimiento de la calidad del servicio

Indiferentemente si el nodo es móvil o estacionario, las redes de comunicación deben ejecutar funciones básicas, tal como control de acceso a servicios, localización de nodos y ruteo de tráfico.

La transmisión orientada a conexión de ATM opera basada en una negociación inicial, con el circuito virtual de la red (VC), este es caracterizado por un perfil de tráfico aceptable, así como de QoS. En la administración de un ambiente móvil un VC con QoS no es fácil, donde la trayectoria punto a punto es continuamente modificada, por el movimiento de las terminales en el tiempo de vida de una conexión. En algunos casos, el usuario móvil se puede mover de un área de cobertura a otra en el tiempo que dura una petición de conexión y el establecimiento de esta.

Los protocolos de ruteo móvil necesitan operar en ambientes tanto inalámbricos como alambrados, si es que estos quieren ser integrados a redes futuras. Soluciones desarrolladas que aseguren QoS de los recursos, toman lugar en continuos cambios de estado de la red resultante de la movilidad de los usuarios, con el consumo de grandes sobre-encabezados en el proceso, lo que hace un campo fértil de investigación en WATM y redes móviles que requieren de nuevos mecanismos.

## **COMUNICACIONES MULTIMEDIA USANDO ATM INALÁMBRICA**

Una red multimedia debe soportar un amplio rango de tasas de datos, no sólo porque lleva varios medios de comunicación sino, además, porque el medio de comunicación puede ser codificado por algoritmos que generan diferentes tasas de datos.

En general, el tráfico multimedia puede ser categorizado en tráfico periódico y ráfagas de tráfico. Generalmente, un enlace inalámbrico es más eficiente compartiendo una cantidad de nodos con requerimientos CBR. Además, la red inalámbrica sólo puede proveer garantías de eficiencia aproximada de las aplicaciones multimedia. Sin embargo, debido a que la calidad de transmisión multimedia esta basada en la percepción del usuario, las comunicaciones multimedia tienen varios niveles de calidad.

### **4.9 PROTOTIPOS DE WATM**

Varios prototipos de prueba en WATM han sido desarrollados por los laboratorios de investigaciones alrededor del mundo. De los que podemos destacar BAHAMA / MII, WATMnet, Magic WAND, AWACS, entre otras soluciones.

#### **4.9.1 WATMnet.**

WATMnet se desarrolla en los laboratorios de investigaciones de cómputo y comunicaciones de NEC en los Estados Unidos [84]. Los componentes de hardware del sistema experimental son, computadoras portátiles con tarjetas de red con interfaz WATM, múltiples estaciones base WATM y conmutadores ATM con extensiones de señalización para soportar movilidad. Las interfaces inalámbricas operan a una tasa máxima de 8 Mbps en la banda ISM de 2.4 GHz.

Este prototipo emplea TDMA con división del tiempo duplex y contención por acceso múltiple. La asignación de ancho de banda es controlada por las estaciones base con terminales móviles, que despachan el tráfico en la banda asignada. Las ranuras de datos son particionadas en dos grupos:

1. Modo tasa (para ABR, VBR y CBR);
2. Modo ráfaga (para UBR).

El protocolo ejecuta entre 60% y 70% de la eficiencia, con una latencia razonable para tráfico ATM mezclado.

Dos modos de recuperación de errores son usados para el control de enlace de datos, llamados modo de pérdida cero y modo de recuperación compuesto de ventana. En el modo de pérdida cero, la recuperación de celdas es intentada sin ningún límite de recuperación de latencia. Este modo se usa generalmente en servicios que no son ejecutados en tiempo real, que no tienen ninguna implicación de retraso. En el modo de recuperación compuesto de ventana, la

recuperación es intentada dentro de la ventana de tiempo compuesta (seleccionada en la configuración de la conexión). Este modo es apropiado para tráfico en tiempo real.

Un protocolo cliente inalámbrico es implantado entre las unidades base y portátil para el registro del traspaso del usuario. Re-enrutamiento dinámico de VCs es empleado. Esto involucra extensiones de trayectorias de un radio puerto a otro y / o re-establecimiento de sub-trayectorias VC a través de nuevos conmutadores ATM o puertos.

Esta investigación intenta mejorar el sistema WATMnet a 25 Mbps con operación en la banda de 5 GHz.

#### **4.9.2 BAHAMA / MII**

La red local ATM a la medida de banda ancha inalámbrica (BAHAMA) se desarrolla en los laboratorios Bell. Este sistema se ha diseñado para proporcionar una portabilidad total, en donde tanto el nodo como la estación base son portátiles. La estación base portátil (PBS) de comunicación determina la topología de la red, después de cambiar ya sea por la adición o supresión de otras PBS. Para simplificar el diseño de las PBS, la segmentación y re-ensamblado ATM se ejecuta en las terminales móviles. Para acomodar la movilidad, un concepto de trayectoria virtual simple de identificador/virtual de identificador virtual (VPI / VCI) es definido, para soportar el tipo sin conexión de ruteo basado en la dirección destino. Los traspasos son ejecutados usando un algoritmo novedoso "HOGAR", que preserva la secuencia de las celdas en una conexión, entre tanto mantiene la QoS establecida. La red emplea la fiabilidad del enlace de datos inalámbrica, que asegura la alta confiabilidad al usar tanto FEC como ARQ. Accesos múltiples son provistos por el protocolo de acceso múltiple actualizado de petición de encolamiento distribuido (DQRUMA), donde el PBS controla el ancho de banda asignado a los nodos. Los nodos reservan peticiones de transmisión, usando un esquema de conexión. Una característica única de este protocolo, es que permite a un nodo ejecutar transmisión "piggyback" de celdas ATM que son encoladas en el buffer. Esto ayuda a disminuir el número de reservaciones necesarias para transmitir celdas ATM.

Actualmente un proyecto basado en BAHAMA llamado Infraestructura de Información móvil (MII), esta siendo llevado en conjunto por los laboratorios Bell y Sun Microsistemas y parcialmente soportado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST).

#### **4.9.3 MAGIC WAND**

Magic WAND (Demostración de Red ATM Inalámbrica), es desarrollada por el programa de comunicaciones avanzadas tecnologías y servicios (ACTS), que se fundó en la Unión Europea. Este proyecto cubre un rango de funcionalidad de comunicaciones inalámbricas básicas hasta aplicaciones compartidas multimedia.

Las comunicaciones de las terminales móviles y las estaciones base toman lugar en la banda de frecuencia de los 5 GHz, con una velocidad de transmisión de 20 Mbps en una distancia máxima de 50 m. Otra opción se esta desarrollando a 50 Mbps en la banda de frecuencia de 17 GHz.

El protocolo de acceso múltiple (conocido como esquema de acceso móvil, basado en contención y reservación para ATM o MASCARA) es un control centralizado, el esquema adaptable TDMA/TDD que combina reservación y contención que permite una transmisión eficiente y garantiza QoS. El algoritmo de despachado de tráfico es orientado a retraso y es diseñado para reunir los requerimientos de las diferentes clases de servicios ATM.

Esta aplicación se ha utilizado en hospitales y ambientes de oficina, que han evaluado y demostrado la posibilidad técnica de proveer servicios multimedia en tiempo real a nodos móviles.

Dos distintas aplicaciones se han definido dentro del proyecto Magic WAND, para demostrar un amplio potencial de aplicación en la infraestructura WATM, que son consulta médica e imagen, así como cómputo móvil. Consulta médica e imagen utiliza equipo WATM, que da soporte a médicos en hospitales donde estos pueden consultar imágenes de rayos-X almacenadas en un servidor remoto, estando a un lado de la cama del paciente. Si los médicos no están seguros acerca del diagnóstico presentado en pantalla o de su conocimiento acerca del padecimiento, estos médicos pueden compartir las imágenes de rayos-X con sus colegas, para compartir puntos de vista y opiniones del padecimiento. La comunicación puede producir una tele-conferencia y tele-reunión. Se puede tener el caso que los médicos estén en distintos hospitales o direcciones y que se comuniquen vía ATM de prueba piloto. En la figura 4.32 se describe de manera gráfica como opera este modelo.

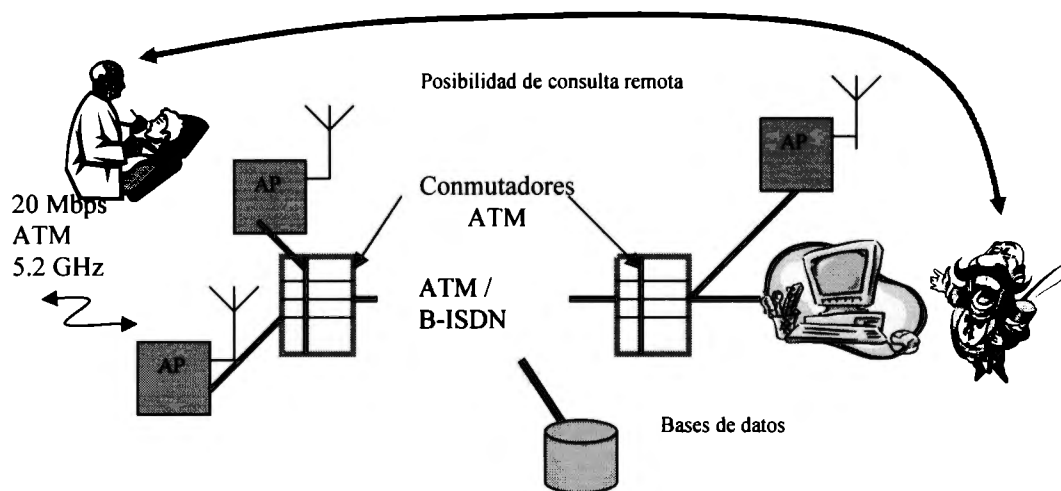


Figura 4.32 Proyecto Magic WAND

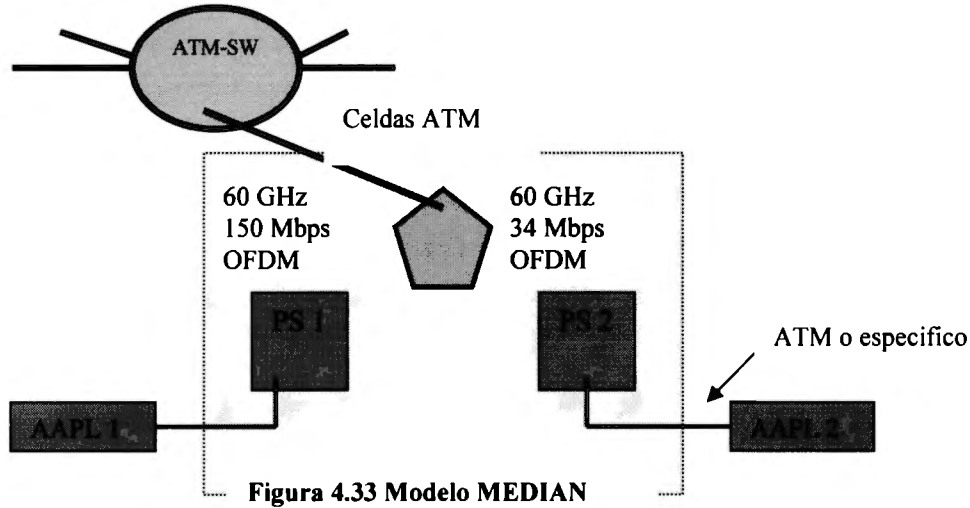
#### 4.9.4 MEDIAN

El principal objetivo de este proyecto es evaluar e implantar sistemas piloto para clientes inalámbricos de alta velocidad en redes de área local (WCPN / WLAN) con aplicaciones multimedia en tiempo real. El sistema de prueba piloto utiliza un esquema de modulación multi-portadora, que es adaptable a las tasas de transmisión y características del canal y soporta extensiones de red WATM. El proyecto opera en la banda de 60 GHz por medio de una interfaz ATM y utiliza la banda de 60 GHz. El proyecto identifica requerimientos de servicio WCPN. Se investiga sobre esquemas de modulación multi-portadora (OFDM), demodulación, formación de pulsos, sincronización, codificación de canal, esquemas de inter-nivel de tiempo y frecuencia, control de potencia, estrategias de acceso al medio, funciones de interoperabilidad con transmisiones de alta velocidad de datos (150 Mbps) en un ambiente de propagación multi-trayectoria, aspectos de conectividad relacionados a la tercera y generaciones posteriores de sistemas móviles, tecnología de 60 GHz y tecnología VLSI. El sistema de prueba piloto se usará para pruebas y trabajo de estandarización.

El concepto de MEDIAN [85] extiende el significado de inalámbrico a los estándares presentes, tal como GSM, DECT, HIPERLAN y las investigaciones futuras de los sistemas de tercera generación, que son la brecha entre las aplicaciones existentes de vídeo alámbrado, voz inalámbrica y transmisiones de datos de baja velocidad. Como DECT habilita las comunicaciones inalámbricas en servicios de área local, de manera similar a estos los PSTN compuestos. MEDIAN expande sus servicios a B-ISDN compuesta, usando transmisiones de banda ancha

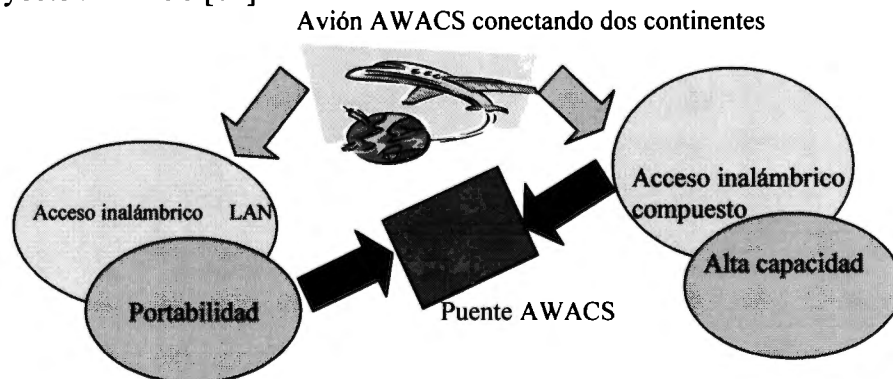
inalámbrica local e interfaz de datos con la red ATM compuesta, para estaciones base simples o múltiples, que están situadas en un área local.

El esquema OFDM adoptado, permite que las transmisiones de B-ISDN originen celdas ATM con un grupo sub-portador OFDM, para eficiencia máxima. El sistema MEDIAN concibe un flujo de datos de la red compuesta ATM a la terminal multimedia móvil ATM. Un uso optimizado del ancho de banda, es asegurado por el uso de la técnica de acceso TDD adaptable. Obviamente aspectos de QoS son parte del diseño del sistema. En la figura 4.33 se muestra el modelo.



#### 4.9.5 AWACS

El Sistema de Comunicaciones Avanzadas Inalámbricas ATM (AWACS), es un proyecto corporativo entre Europa y Japón. Utiliza de 18 a 19 GHz en redes LAN WATM, que tienen terminales de baja-movilidad, operando con tasas de datos mayores de 34 Mbps en un rango de 100 m. El uso de la banda de frecuencia de 40 GHz esta en proceso de estudio. El principal objetivo de AWACS, es el desarrollo de un concepto y demostración de acceso público inalámbrico a B-ISDN. El sistema operara principalmente en la banda de los 19 GHz, con una tasa de 34 Mbps y un rango de radio transmisión de 50 a 100 m. Este proyecto soportará, movilidad de baja velocidad, parecido al concepto "en línea" con un uso esperado de servicios de muchos datos, pero con portabilidad mejorada. El proyecto se construyo con un prototipo experimental en una plataforma de 19 GHz de WATM, que provee el asociado Japonés que marca una importancia significativa en el establecimiento de relaciones de trabajo en la comunidad móvil de comunicaciones. En la figura 4.34 se describe de manera humorística la aplicación del proyecto AWACS [86].



**Figura 4.34 Creación de un puente de 19 GHz AWACS para acceso WATM**



El equipo pre-prototipo asociado al canal de sondeo ayuda a proveer propagación de datos, BER y eficiencia ATM a 19 GHz. Basado en esta información, técnicas mejoradas son investigadas para soportar una integración completa de soluciones de antena, movilidad, así como el espectro y eficiencia de la potencia con la tecnología de radio acceso requerido para soportar las especificaciones de ETSI-RES10 HIPERLAN. Estos objetivos serán soportados por los siguientes sub-objetivos:

- Interacción con otros proyectos de redes WATM.
- Fuerte interacción en los comités de estandarización, tal como ETSI-RES10, ITU y ARIB en Japón.

El programa asociado de trabajo tiende directamente a mejorar el estado actual del arte del sistema, hacia el objetivo final de caracterización de las especificaciones emergentes de WATM, en particular varios tipos de HIPERLAN, que están actualmente definiéndose por ETSI-RES10. Las técnicas de ecualización, multi-portadora y COFDM, no están siendo consideradas en el proyecto, sólo se consideran las siguientes áreas:

- Diseño del sistema de antena y control (antenas inteligentes).
- Aplicaciones de codificación de canales.
- Optimización de los protocolos de la capa de enlace que empata los tipos de portadora ATM.
- Viabilidad de la tecnología de RF de 40 GHz en aplicaciones de LAN WATM.
- Técnicas de administración de la movilidad, junto con el impacto de una radio portadora apropiada para tasas altas de bits de comunicación.

El campo de AWACS incluye el concepto de oficina virtual al final del proyecto. Esto incluye tres casos potenciales, dependiendo de las capacidades técnicas del prototipo.

- Enlace de comunicación multimedia inalámbrica, entre un ingeniero en el sitio de producción y un experto en su oficina;
- Vídeo comunicación en reuniones entre lugares separados físicamente.
- Visualización, acceso a la red inalámbrica desde la oficina virtual, facilitando a un equipo de trabajo la intercomunicación.

A su vez estos objetivos derivan las siguientes necesidades:

- Mejorar las comunicaciones entre las oficinas separadas por tecnologías de tele-presencia.
- Reducir la necesidad de viajar entre oficinas separadas geográficamente.
- Mejorar la respuesta en tiempo de las comunicaciones visuales.

El impacto esperado de AWACS es asegurar que los fabricantes, operadores y usuarios obtengan el máximo beneficio de la futura tecnología, como sería la introducción de nuevos servicios. El proyecto tiende a generar una contribución significativa en los mercados emergentes, que integran servicios de banda ancha compuestos y móviles inalámbricos. Adicionalmente se abren nuevas dimensiones de servicios móviles y áreas con menos desarrollo como las rurales.

## **5. EL MODELO PROPUESTO DE ADMINISTRACIÓN DE REDES**

Para realizar la administración de las redes de cómputo en la vida real se propone un modelo que considere hardware, software y la logística que esta inmersa en los objetivos de las organizaciones que requieren de este medio de comunicación. Hasta hace poco tiempo la administración de una red de cómputo, podía dividirse en la parte de diseño de la red, comprar los componentes sugeridos, los usuarios de la misma y quien vigilaba que la red funcionara todo el tiempo. Todos estos departamentos operaban de manera independiente. Actualmente un administrador de la red debe hacer un trabajo interdisciplinario, que inicia con conocimientos de administración clásica, conocimientos tecnológicos de redes y la capacidad de dirección de proyectos, sí bien en el pasado las redes eran una parte más del pasivo de las organizaciones. Esto se debe a que las redes de cómputo (así como las telecomunicaciones) son elementos estratégicos en las organizaciones. El pensar en una organización de éxito, que no tenga lo último en tecnología para llevar a cabo todas sus acciones internas y externas, no es factible.

Regresando a la propuesta del modelo tomemos la siguiente cita señalada por Ackoff [87]: “Un problema correctamente planteado está parcialmente resuelto, a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución satisfactoria”. Este es el motivo de tener una investigación teórica que reúne los elementos tecnológicos que permitirán sustentar un modelo administrativo. Esta investigación también aporta consideraciones (recomendaciones) que se describen a lo largo de este capítulo.

Es evidente que los libros de redes de cómputo no tratan con recomendaciones eléctricas ya que estas corresponden a otra área, pero cuando se inicia la tarea de instalar equipo de cómputo y de comunicaciones, lo primero que hay que revisar es el estado que guardan las instalaciones eléctricas, ya que la experiencia dice que el no hacer esto, ocasiona fallas considerables, que van desde una simple interrupción del servicio, hasta el daño permanente al equipo. Entre las consideraciones a tomar en cuenta están:

- Código de colores de los cableados, tierras físicas y desnudas, para garantizar que exista una manera de identificar las polaridades de las tomas de suministro de energía, así como el correcto drenado de los posibles regresos de voltaje.
- Sistema de aparta-rayos que garantice la integridad de los equipos en caso de tormentas eléctricas, aterrizado del cableado y dispositivos como marcan las normas.
- Unidades de respaldo de energía de emergencia, UPS y planta de emergencia, estos dispositivos se determinan al calcular la carga requerida por el equipo instalado, además con el estimado de la carga requerida, se debe hacer un balanceo de cargas.

En los cableados de red, cuando se habla de cableado estructurado y de los niveles de estos, hay que considerar no rebasar las longitudes marcadas por las recomendaciones, proteger adecuadamente la parte de los cableados en las instalaciones internas de las interferencias provocadas por las fuentes eléctricas y electromagnéticas, para evitar ruido en las transmisiones, en la parte externa. También hay que vigilar periódicamente los registros de los ductos, sobre todo en época de lluvias para asegurar que están secos, además de poner venenos en estos registros para proteger al cableado de los roedores. Una parte más sutil de este cuidado se debe

tener con el personal de intendencia que sin querer desconecta estos cableados (al hacer la limpieza).

La orientación de las antenas, así como los puntos estratégicos de instalación deben ser escogidos con cuidado, para evitar interferencias por objetos que pueden obstruir las líneas de vista.

Una observación más que debe atenderse son los estándares. Estos determinan la interoperabilidad de los equipos de diferentes marcas y sólo que se desee tener de manera premeditada un equipo de fabricación exclusiva, hay que verificar que el equipo que se desea instalar cumpla con las especificaciones del estándar al que corresponde la operación del equipo.

Las anteriores observaciones parecen una intromisión en áreas que no son de la competencia del administrador de la red, pero no es así, ya que si la red deja de funcionar, no importa a quien se culpe cuando se determine la causa de la falla, el responsable es el administrador de la red.

Una falla eléctrica por ejemplo, puede dañar el equipo y las aplicaciones que están corriendo en el mismo y aunque la falla viene determinada por una causa externa, es obligación del administrador proteger y garantizar el funcionamiento las áreas a su cargo, además de ser el responsable jurídicamente del buen uso y del resultado ofrecido por la tecnología.

Otra consideración que va más allá de las habilidades propias de un técnico, es la negociación de las propuestas económicas del equipo, la negociación de garantías y todo aquello que tiene que ver con el retorno de la inversión, que aunque parece no ser de la competencia del administrador de las redes de la organización, si es importante tener habilidad en esta zona, ya que el responsable de la visión tecnológica no puede ser un administrador clásico, ya que los vendedores de equipo y servicios son generalmente gente que sabe hacer su trabajo de convencimiento.

## 5.1 ADMINISTRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La función de administrar la tecnología en redes de cómputo es muy similar a la administración clásica, a continuación se propone el modelo HECMA-FT<sup>©</sup> donde se sugiere una equivalencia tecnológica de las tareas que han de realizarse, en busca de optimizar los recursos con que cuentan las organizaciones, este modelo se puede ver en la tabla 5.1 como la unión de aplicar los conocimientos tecnológicos, así como los conceptos de administración pura. Porque de otra forma el modelo clásico es muy genérico, pero muy útil, porque a partir de este se pueden derivar una serie de modelos específicos de las distintas áreas del conocimiento, donde se puede caracterizar de forma detallada cada una de las funciones que han de realizarse.

Algunas corrientes del pensamiento administrativo han interpretado el modelo clásico, ya sea definiendo como han de realizarse las tareas propuestas de forma muy particular y otras tomando sólo parte de esta estructura y generando toda una teoría para poder conseguir los objetivos que se plantean como meta de toda organización.

En esta ocasión no se tiene la intención de generar toda una teoría acerca de la administración de la tecnología en redes de cómputo, ya que los elementos teóricos de la tecnología están plasmados en los capítulos previos de esta investigación. Aquí lo que se pretende, más bien, es estructurar una serie de funciones que se utilizan en la realidad, que son finalmente un caso práctico que es generado del estudio de soluciones a problemas que se presentan cotidianamente, con una parte tecnológica, pero que además tienen una necesidad urgente de administración. Todo esto con el fin de generar una metodología para hacer frente a esta disciplina de administrar la tecnología de las redes de cómputo. En la tabla 5.1 se presenta esta interpretación y su equivalencia en la administración de la tecnología.

| <b>Administrador</b>                  | <b>Planificar</b>   | <b>Organizar</b>   | <b>Dirigir</b>  | <b>Controlar</b>  | <b>Objetivo</b>   |
|---------------------------------------|---|--|---|---|---|
| <b>Usando el modelo Clásico</b>       | Definición de metas, establecimiento de estrategias y desarrollo de planes para coordinar el trabajo  | Determinación de las distintas tareas, así como quien ha de llevarlas a cabo, como hay que agruparlas, quien va primero.                       | Seleccionar los medios de comunicación más efectivos para evitar conflictos o duplicidad de tareas.                         | Dar seguimiento a lo proyectado para corregir cualquier anomalía  | Alcanzar el propósito marcado por la organización   |
| <b>Aplicación del modelo HECMA-FT</b> | Diseñar y dimensionar el proyecto de interconexión, plantear cual es la estrategia tecnológica que más conviene, presentar una serie de alternativas. | Con el proyecto aprobado dividir en etapas el trabajo a realizarse, buscar el mejor momento para no entorpecer las labores de la organización. | Coordinar las diversas áreas o unidades de trabajo, para asegurar que cada cual entrega su parte a tiempo y como se planeo. | El control del proyecto abarca desde la calidad del mismo, hasta el funcionamiento de este en el tiempo que se estableció, las correcciones, deben de ser mínimas, si es que las hay, porque dependen mucho del diseño original | Conseguir que la red funcione de manera óptima, lo cual permite que la organización tenga o no cierta ventaja tecnológica sobre sus competidores. |

**Tabla 5.1 Administración de la Tecnología**

La comparación hecha en la tabla 5.1, puede ser distinta, dependiendo de la formación muy particular de cada quien, lo cual dará una visión distinta, en cuanto a la administración de la tecnología, pero también es cierto que los proyectos de esta clase deben ser concebidos y ejecutados por personas que tengan una idea clara de lo que significa la tecnología en redes.

### 5.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El despliegue exitoso de una solución tanto inalámbrica como alambrada requiere ir más allá del desarrollo de la simple aplicación. El éxito del equipo de trabajo incluye la participación de cada área de negocio involucrada o afectada por el desarrollo, ejecución y soporte de la solución. En la tabla 5.2 se listan los distintos papeles sugeridos que se deben incluir en un equipo de proyecto y la descripción de sus funciones. Cada elemento de esta selección puede asumir varios papeles, es importante notar que cada papel es representado con igual capacidad.

Muchas de las funciones pueden ser contratadas a compañías que proveen un alto grado de experiencia en la materia, en integración de sistemas de software y hardware, así como de redes.

El fenómeno de la contratación externa de compañías para llevar por tiempo determinado el servicio de especialistas, se ha visto reforzado en muchas organizaciones por los grandes beneficios que esto acarrea, ya que el acelerado cambio tecnológico hace incosteable tener un equipo de personas altamente especializadas que sólo se requieren en ciertos eventos.

| <b>Papel</b>                                      | <b>Descripción<br/>Parte fija e inalámbrica</b>  |
|---|--|
| Administrador del proyecto                        | Es importante contar con una persona, como responsable de proyecto. Esta persona supervisará, coordinará todos los aspectos del proyecto desde el diseño hasta el despliegue del mismo. Esta persona se encarga de que la solución este en tiempo y dentro del presupuesto acordado.                     |
| Administrador de la investigación y tecnología IT | El administrador de IT esta involucrado íntimamente con el proyecto, así como en la solución del mismo, para asegurar la integración del sistema existente, sí es que se cuenta con uno. Por otro lado quien mejor puede dar mantenimiento al proyecto es el departamento de IT.                         |
| administrador de la unidad de negocios            | Esta persona vigila que los departamentos reciban las soluciones. Donde su departamento es el responsable del costeo y objetivos del proyecto, manteniendo todos los costos estimados.   |
| Administrador de operaciones                      | Esta persona contribuye en el proyecto y toma decisiones sobre el impacto de las operaciones de la organización, es fácil ver que esta persona cancele un proyecto, sí siente que no esta de acuerdo a los objetivos de la organización y esto no se puede evitar.                                       |
| Arquitecto del sistema                            | Esta persona es la encargada del diseño de la solución, en esta parte es necesario un experto para garantizar que la solución va a funcionar de manera efectiva y correcta.  |
| Analista del sistema                              | Es una persona encargada de la revisión y de la búsqueda en cuanto a posibles mejoras del proyecto.  |
| Desarrolladores de la aplicación                  | En este punto se tienen varias opciones. Y depende de la capacidad, el tiempo con que se cuenta y lo complejo del proyecto. Donde se puede decidir por adquirir una solución de software comercial, o parte de la solución y otra se programa en la organización y finalmente la solución hecha en casa. |
| Aseguramiento de la calidad                       | Esta área es la responsable de la prueba de la solución, donde esta prueba va más allá del laboratorio, hay que hacer pruebas con variables críticas, simulando situaciones reales. Observando que se cumplan todas las normas y estándares preestablecidos.   |
| Usuarios  | Es necesario incluir un grupo de usuarios que introduzca una serie de aplicaciones, dando su punto de vista del funcionamiento del sistema, así como del desempeño del mismo.  |

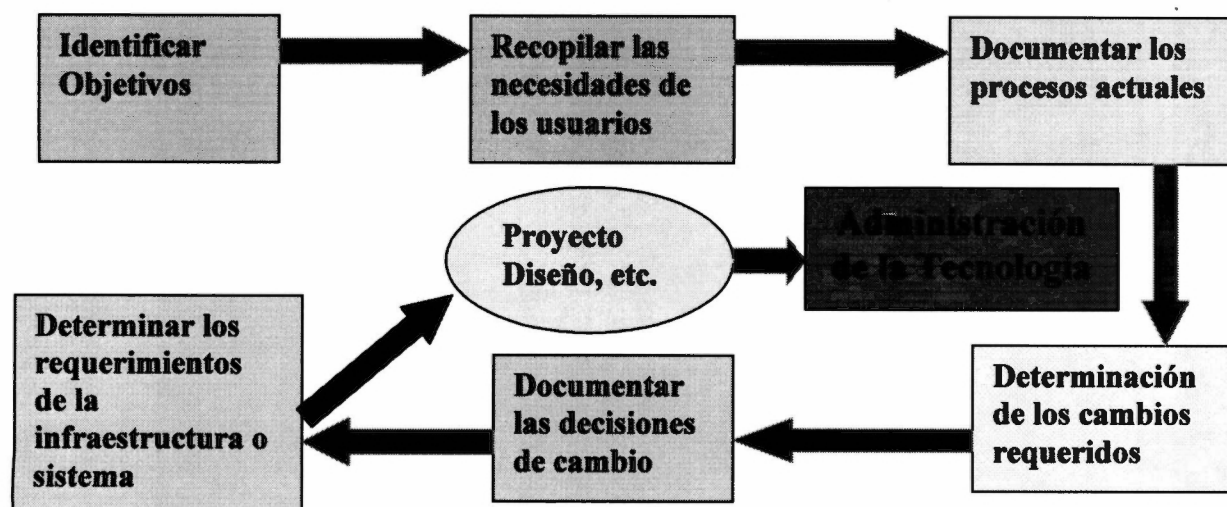
|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Experto Inalámbrico o Alámbrado | Esta persona proporciona el conocimiento que tiene de la tecnología que se está aplicando, si la organización no cuenta con una persona con estas características, se debe de contratar este servicio.                                 |
| Soporte de sistemas             | Es importante contar con una persona responsable de resolver los problemas que se puedan presentar, cuando el sistema ya está funcionando, así como de asesorar a los usuarios, esta asistencia puede ser en sitio o de manera remota. |
| Departamento de adquisiciones   | Se encarga de la contratación adquisición y negociación de la mejor opción de compra.  |
| Entrenamiento                   | Esta área es muy importante ya que un buen conocimiento del funcionamiento del sistema sólo lo mantienen unos pocos, por lo cual es necesario difundir este conocimiento por medio del entrenamiento.                                  |
| Redactor técnico                | Escribe la documentación del proyecto en su parte tecnológica.   |
| Departamento jurídico           | Departamento o persona que vigila y aprueba que los contratos están en los términos y condiciones que acordó la organización.  |

**Tabla 5.2 Perfil de los puestos en Administración de la Tecnología**

Como se puede apreciar en la tabla 5.2 existe una división bien definida del trabajo, en cuanto a la implantación de un proyecto. El poner en práctica este tipo de administración permite el desarrollo profesional de las soluciones. Un punto que se puede resaltar de este modelo, es que evita que se asigne trabajo a personas que no presentan los perfiles requeridos. En la mayoría de los casos se trabaja de manera intuitiva, asumiendo papeles que no corresponden, ni a la capacidad de la persona ni al área de especialidad.

En nuestro país se da de manera más frecuente la dirección de proyectos tecnológicos importantes a expertos en redes, software o telecomunicaciones, sin tomar en cuenta que existe una forma más segura y objetiva de realizar las cosas, o en el peor caso donde un administrador puro trata de poner a funcionar un proyecto con el modelo clásico. Esto último puede producir errores garrafales, porque en el análisis y toma de decisiones se requiere contar con mucha información veraz y oportuna, además de contar con una formación sólida del área de donde fluye esta información.

Se sabe que el diseño de una infraestructura o sistema que mejore la productividad, así como un nivel más aceptable en la forma de hacer las cosas dentro de una organización, no se da sin antes hacer un análisis con detenimiento de los procesos que se quieren eficientar o habilitar, una vez más hay que decir que el desarrollo de un proyecto va más allá de la obtención y puesta en marcha de este, involucra necesidades de los usuarios y sentimientos o posiciones de los involucrados directa o indirectamente en el proyecto. Antes de iniciar un proyecto se tiene que considerar el esquema de administración de la tecnología de la figura 5.1 que marca las acciones que se realizan para obtener información del alcance y las necesidades de la organización.



**Figura 5.1 Modelo de Administración de la Tecnología**

En un mundo ideal, toda persona dedicada a las redes debe ser capaz de diseñar una red completa desde cero desde el primer día. La red debe estar diseñada especialmente para solucionar los desafíos en los que esta inmersa la organización. Aunando a esto se cuenta con amplio presupuesto para adquirir el mejor hardware y software.

Desafortunadamente, cualquier veterano del mundo de las redes, sabe muy bien que este caso ideal, no se puede dar. La complejidad de una red tiene que ver con el tamaño y tecnologías que la conforman, normalmente toma semanas realizar un análisis detallado de la red, los servicios que se prestan y los recursos tecnológicos con que se cuenta. Por otro lado existen políticas que pueden ser explícitas o no, que se aplican a los usuarios.

La realidad impone necesidades fuertes de sincronización de esfuerzos de las diversas áreas involucradas para conseguir una buena infraestructura tanto de hardware como de software en la red.

La tarea más complicada se tiene en la exploración de las diversas opciones, que se tienen para hacer funcionar la red, producto de la demanda de los usuarios, el costo mismo de la solución, el tiempo requerido para concretar la propuesta, los beneficios que se obtienen, etc.

En la propuesta del modelo o metodología, para hacer frente a esta necesidad se contemplan ocho acciones (ver figura 5.1), que se describen de manera breve a continuación:

1. **Identificación de los objetivos.** Esta acción tiene que ver con encontrar todos los problemas que afectan la red, sí es que ya se cuenta con una o la necesidad impuesta por la creación de una totalmente nueva. La identificación de los objetivos va más allá de encontrar y proponer una solución, las organizaciones demandan conocer el rumbo que ha de seguirse, por otro lado que es lo que se quiere conseguir, lo cual, permita plantear una solución que tome en cuenta aspectos sociales, económicos y tecnológicos, que en conjunto forman el objetivo u objetivos identificables de este punto.
2. **Recopilar las necesidades de los usuarios.** Esta etapa se hace consultando a un grupo de usuarios escogidos previamente, de alguna forma este grupo representa en lo posible a la mayoría de los usuarios. La tarea es interpretar de manera adecuada las propuestas de estos usuarios que pueden o no contar con los conocimientos adecuados para sustentar sus peticiones. La forma más adecuada de trabajo es formar un comité que se reúna cuantas veces sea necesario, en este grupo se pueden exponer los avances y se discutirán las dudas o cambios pertinentes, la consigna de este grupo es trabajar en pro de la solución.

3. **Documentar los procesos actuales.** Una red de buen tamaño guarda muchos secretos. Imaginemos por un momento que pasaría, si la identificación del cableado (etiquetas, código de colores), nodos, conexiones y equipo no estuviera reflejada en planos y diagramas actualizables. Sencillamente se produciría un caos, así mismo toda propuesta de cambio parte de una base bien documentada, de lo que se tiene y de lo que se quiere conseguir, los procesos involucrados y todo aquello que de certidumbre a la hora de tomar decisiones.
4. **Determinación de los cambios requeridos.** Con una documentación precisa del funcionamiento de la red y de los requerimientos recopilados de los usuarios, se entra a un proceso económico, político y social, que determina que tecnología se aplicará como solución óptima de cambio.  
Las organizaciones que tienen mucho presupuesto adquieren herramientas costosas de administración, las organizaciones que tienen pocos recursos económicos requieren de soluciones baratas, para obtener resultados equiparables.
5. **Documentar las decisiones de cambio.** Como parte de un proceso continuo, se tiene la elaboración de la documentación de las decisiones de cambio, que cuentan con el análisis detallado de la solución propuesta, esta información debe ser preparada por personal especializado perteneciente a la organización, evitando al máximo influencias directas de los proveedores. En el caso de no tener el personal apropiado, será necesario la contratación de una firma de consultoría que pueda ayudar a proponer una solución imparcial.
6. **Determinar los requerimientos de la infraestructura o sistema.** La decisión de los cambios propuestos aunque no parece lo más acertado, es un quehacer de los directivos, que deben tener más de una posibilidad para elegir. Si bien este problema tiene mucho que ver con el tipo de organización, la estructura de mandos, es evidente que presentar buenas propuestas todas igualmente valiosas, es tarea exclusiva del equipo de diseño, del administrador de la tecnología y del grupo de usuarios participante.
7. **Proyecto o diseño.** Cuando se tiene un proyecto terminado, este ha de considerar varias opciones tecnológicas, diferentes escalas económicas y los beneficios que debe producir en la organización (la parte social). En si un proyecto debe contener una serie de ofertas por las cuales se puede decidir, cada una de ellas bien definida e independientes entre si. Cuando un proyecto es rechazado en su totalidad, solo existe una razón y esta es económica. Se puede dar el caso de que se tenga un excelente proyecto pero no contar con todos los recursos, en este caso el proyecto se dividirá en etapas, existe la posibilidad de que el proyecto haya sido concebido con una compañía que deja de operar, en este caso se tiene un error claro de visión.
8. **Administración de la tecnología.** El punto fino en el funcionamiento eficiente de la red, lo constituye una buena administración de los recursos, tanto tecnológicos, así como humanos, que conforman el equipo de administración de la tecnología, ya que un buen diseño, la implantación del mismo, el monitoreo permanente de la solución, las correcciones que deban hacerse, ayudaran a que la organización cumpla sus objetivos trazados en la parte de la estrategia tecnológica que requiere para ser competitiva y buscar posicionarse en un nicho específico de mercado. Aunque este punto aparece como sello del modelo, realmente engloba los puntos anteriores.

Después de la determinación de las necesidades del proyecto. Si este es aprobado, hay que poner a trabajar a las 15 áreas del equipo humano propuestas en la tabla 5.2. Una observación, que es



pertinente hacer en este punto es que los recursos humanos de los perfiles aludidos dependen mucho del tamaño e importancia de la organización, así mismo de la existencia de sindicatos que pueden obstruir cualquier intento de modificación de personal, pero se confía en poder contar al menos con los elementos estratégicos más importantes al respecto. Con estas consideraciones en mente, hay que realizar la siguiente tarea considerando un conjunto de posibles proveedores, tanto de equipo como de integradores de los servicios, así como de las soluciones de software. Esta elección en principio será determinada por los siguientes elementos que caracterizan a las redes fijas y a las inalámbricas, que serán necesarias en el proyecto.

### 5.1.2 ELEMENTOS A CONSIDERAR CUANDO SE ELIGE UN PROVEEDOR DE RED

Cuando se decide por un proveedor de red, se debe evaluar cuidadosamente la cobertura de la red, velocidad y capacidad de la misma, fiabilidad, latencia, protocolos soportados, opciones de conexión (local y externa), funcionalidad, redes complementarias, soporte técnico, costo / precio del modelo, soporte al desarrollo, referencias comerciales y reportes financieros (una empresa nueva puede ser una excelente opción, pero puede que desaparezca al año siguiente).

| <b>Tipos de redes de datos en la parte inalámbrica</b>   | <b>Tipos de redes de datos en la parte alambrada</b>   |
|--|--|
| <p>Existen dos tipos de redes de datos – conmutación de circuitos y conmutación de paquetes. Un dispositivo que utiliza una red de conmutación de circuitos, tiene conexión sólo cuando envía datos y se paga por la cantidad de tiempo que se estuvo conectado. Mientras se esta conectado en este tipo de red, se tiene la exclusividad del canal. Algunos de los portadores de voz están anunciando el soporte de conmutación de circuitos. Donde la tecnología incluye CDMA, GSM, iDEN y TDMA.</p> <p>En una red de conmutación de paquetes se esta conectado de manera continua y se paga por los datos enviados. El ancho de banda se comparte con otros clientes. Bajo este concepto se encuentran; los paquetes de datos públicos (como Data TAC, Mobitex y CDPD), paquetes de datos privados (DataRadio, Ericsson’s EDACS y motorola DataTAC privada) y paquetes de datos satelitales (tal como NORCOM, Orbcomm y Qualcomm).</p> <p>Una tercera categoría se tiene en las Redes con dispositivos láser, que utilizan línea de vista con ancho de banda de 155 Mbps como (LaserBridge 155)</p> | <p>En las redes fijas se mantienen los dos tipos de redes de datos, la conmutación de circuitos tiene mayor relevancia en las redes locales por las velocidades que se pueden conseguir y estas se tienen en, Ethernet conmutada a (10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps y 10Gbps o más), que heredan el modo de operación de Ethernet compartida, lo cual facilita su administración y por otro lado se tienen las redes conmutadas ATM en (155 Mbps, 622 Mbps y 2048 Mbps). Las redes de área amplia y las metropolitanas, redes que son publicas, salvo excepciones de grandes corporativos que son dueños su propia red.</p> <p>La tecnología a llegado a tal madures que se está dando una tercera categoría, esto es las REDES ÓPTICAS que prometen anchos de banda del orden de 40 o más Gigabits, con un costo más elevado en principio.</p> <p>Los proveedores que se pueden citar en la construcción de estas redes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cisco systems</li> <li>• Enterasys Networks</li> <li>• Extreme Networks</li> <li>• Avaya Networks</li> <li>• Foundry Networks</li> <li>• Nortel Networks</li> </ul> |

- Huawei

Como aquellos que tienen más presencia en el país y de manera internacional.

**Tabla 5.3 Redes Fijas e Inalámbricas**

### 5.1.3 APLICACIÓN EN LA UAM-IZTAPALAPA

Una aplicación del modelo expresado en la figura 5.1 se realizó en la UAM de Iztapalapa, los detalles técnicos del hardware utilizado se describen en el apéndice “D”, así como los costos de los componentes utilizados.

- **Identificación de los objetivos.** Se desea migrar una red con una infraestructura Ethernet de 10 Mbps compartidos, por una solución que sea accesible al presupuesto que se tiene destinado para este rubro. Aquí los objetivos del proyecto serán cuantificados considerando costo, mejoras en el servicio y la generación de oportunidades con esta solución.
- **Recopilar las necesidades de los usuarios.** En esta etapa se acuerda con los diversos usuarios representativos, el conjunto de necesidades que han de atenderse. Dejando bien claro, que tipo de aplicaciones van a correr sobre la red, que clase de protocolos serán usados, el número de usuarios que hay que considerar, este ejercicio de acercamiento con los usuarios y el trabajo que se realiza con ellos a lo largo del proyecto, da como resultado proyectos que resuelven de manera satisfactoria las necesidades de la mayoría de los usuarios (usuarios de súper cómputo, de bases de datos en línea y de Internet).
- **Documentar los procesos actuales.** Los procesos que se realizan se conocen mejor después de consultar a los usuarios, además cuando se desea cambiar un proceso lo primero que hay que revisar es como funciona el proceso actual y así poder proponer los cambios pertinentes. En el caso propuesto, los usuarios reportaron las constantes interrupciones del servicio, debido a la obsolescencia de la red con que se contaba. Cuando se analizó el origen de estas fallas, se pudo constatar que el equipo funcionaba mal en intervalos aleatorios y que las aplicaciones de los usuarios provocaban la saturación del ancho de banda de la red.
- **Determinación de los cambios requeridos.** Se tiene una necesidad de manejar grandes volúmenes de datos, y de momento no se requiere el manejo de muchas aplicaciones multimedia, que lleven grandes cantidades de gráficos, voz y datos. Por lo anterior se piensa que una solución acertada para el caso propuesto será migrar la red Ethernet de 10 Mbps compartida, que esta interconectada con segmentos de 100 Mbps conmutada, por una red conmutada de alta velocidad de 10/100 Mbps en su parte periférica y esta estará interconectada por una topología en delta de 1000 Mbps (Gigabit Ethernet).
- **Documentar las decisiones de cambio.** La documentación de las decisiones de cambio presenta las evaluaciones de las diversas zonas analizadas, esta documentación se puede hacer en principio con el personal especializado de la organización, para evitar que antes de una decisión final de cambio se tenga una influencia comercial, de productos o servicios que en apariencia son lo mejor, pero que no se apegan a las necesidades reales de la organización. Cuando un administrador no tiene mucha idea de las decisiones que desea hacer de fondo, llama a una compañía para que le determine las opciones de cambio

de manera documentada de los componentes que serán necesarios y debe confiar en lo que recibe y en lo que decide. En este caso se estaría tomando una decisión al azar, cosa que no sucede cuando se tiene plena conciencia de lo que se está decidiendo.

- **Determinar los requerimientos de la infraestructura o sistema.** Al final del análisis previo se tiene toda la información necesaria para poner a consideración de las diversas instancias el proyecto a realizar, esta información representa una parte estratégica de la administración de la tecnología, porque permite al administrador de la tecnología exponer el proyecto de manera amplia y acertada, y si la decisión de la ejecución del proyecto depende de otros miembros de la organización, estos contarán con información muy detallada y objetiva.
- **El proyecto.** En esta parte cabe mencionar que la Institución contaba con un proyecto bien definido para implantar tecnología ATM, pero hacia falta infraestructura de cableado en fibra óptica para la interconexión de esta solución, con el paso del tiempo se replanteó la solución debido al advenimiento de nuevas opciones tecnológicas (Gigabit Ethernet), así como la adquisición de recursos por medio de proyectos presentados a FOMES (Fondo de Mejoramiento de la Educación Superior), en varios años consecutivos (1999-2002), lo que permitió realizar el proyecto en su totalidad por etapas.
- **Administración de la tecnología.** Este concepto es un estilo de hacer las cosas que considera que la tecnología, debe ser administrada de manera eficiente por alguien que sabe de esta, así como de un conjunto de herramientas que ofrece la administración como tal. Proponiendo un modelo o metodología que permita realizar proyectos de este tipo siguiendo un conjunto de pasos especificados, posiblemente no todos estén de acuerdo en llamar a este sencillo modelo un “modelo de administración de la tecnología”, pero si partimos de que es una propuesta, bien vale la pena considerarla y en todo caso si se tiene algo mejor proponerlo, o bien mejorar o depurar lo que ya se tiene.

## 5.2 ELEMENTOS NECESARIOS PARA CONSTRUIR LA SOLUCIÓN.

En esta parte se toma una aplicación con equipo de la marca ENTERASYS [88] con presencia mundial en hardware y software para redes. La UAM-Iztapalapa donde se instaló esta solución, tiene un convenio de cooperación lo cual le permite obtener un trato preferencial, en precios y servicios.

Los precios de los componentes tanto de software, como de hardware que se encuentran en el apéndice “D” están expresados en dólares americanos y se requiere calcular el IVA y el tipo de cambio en el momento de la adquisición.

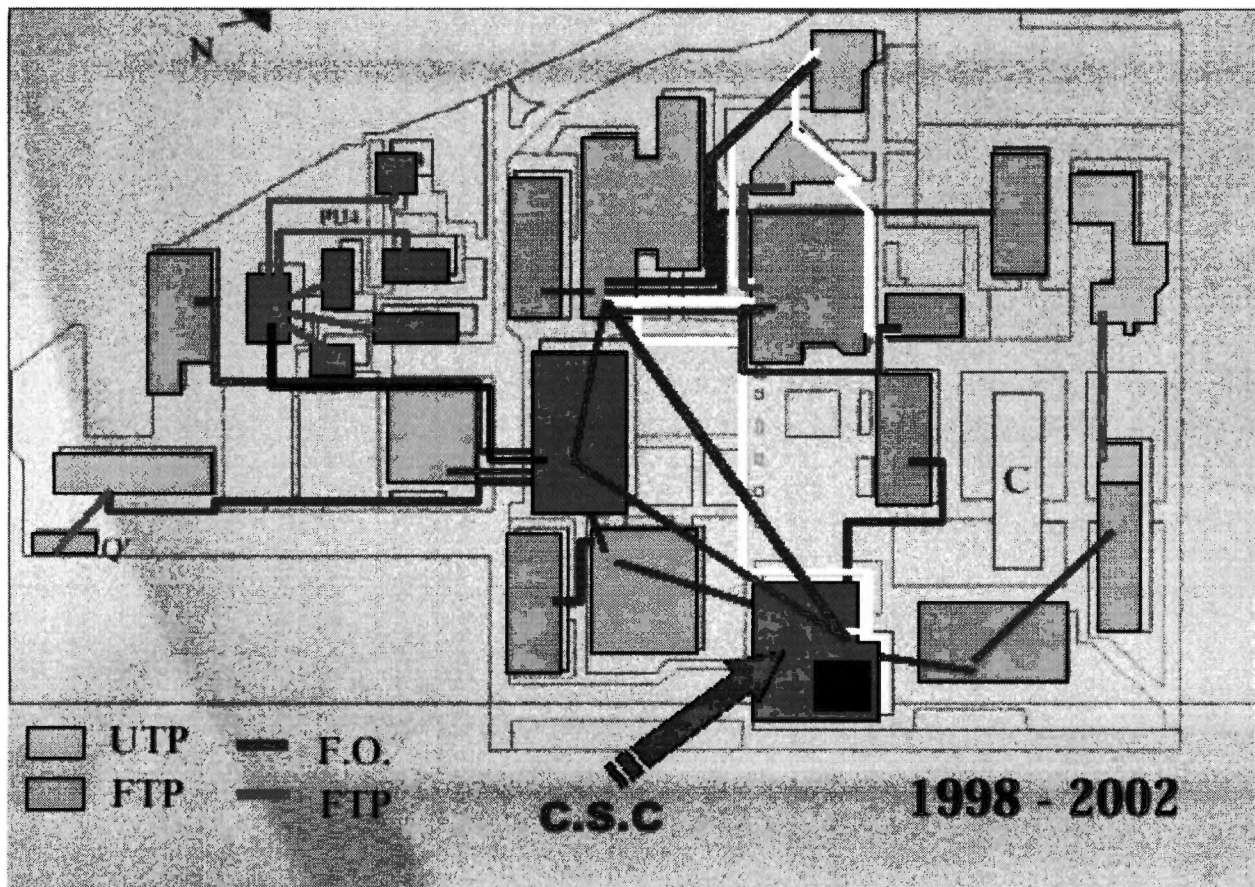
La elección de equipo alambrado sin ninguna conexión inalámbrica de momento, tiene como objetivo principal el migrar en su totalidad el equipo, donde la red Ethernet compartida desaparece por completo y el backbone que se tenía en 100 Mbps, se cambia por un backbone en Gigabit Ethernet, en la UAM, se tenía un proyecto muy estructurado para instalar ATM a 622 Mbps, en los tres puntos de la delta actual de Gigabit.

La decisión de instalar Gigabit Ethernet en la Institución, se tomó en base a las siguientes razones:

- Las aplicaciones de los investigadores no requieren manejo de vídeo en tiempo real.
- Los datos que pueden ser considerados de mayor importancia, son resultados de cálculos que se realizan en el centro de super-cómputo.

- Una de las demandas crecientes que tiene esta organización, es el acceso rápido a contenidos de Internet.
- La educación a distancia, es un proyecto que puede demandar un mayor ancho de banda en la salida de la organización, pero no dentro de esta, por lo que se tendrá que reforzar los accesos MAN y WAN.
- Se tiene proyectado enlaces satelitales que permitan la transferencia masiva de datos y tal vez en ese momento, se de la necesidad de tener ATM en algunas áreas.

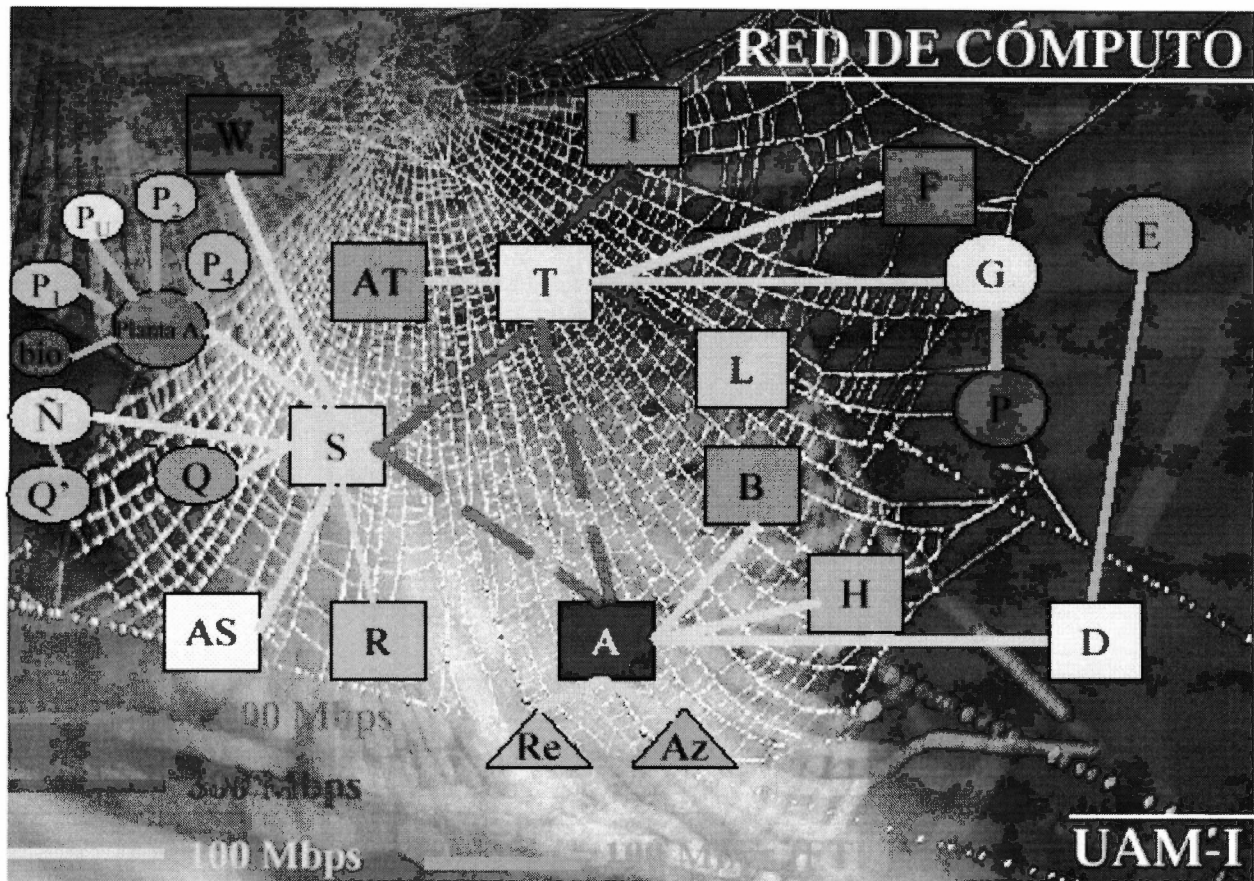
En el mapa de la figura 5.2 se puede apreciar la ubicación física de los diversos enlaces que interconectan la red LAN, así como el tipo de cableado utilizado en cada lugar, cabe señalar que se muestra la arquitectura coloreada sin identificación, para tener mayor claridad en la distribución de los cableados.



**Figura 5.2 Ubicación física de los cableados.**

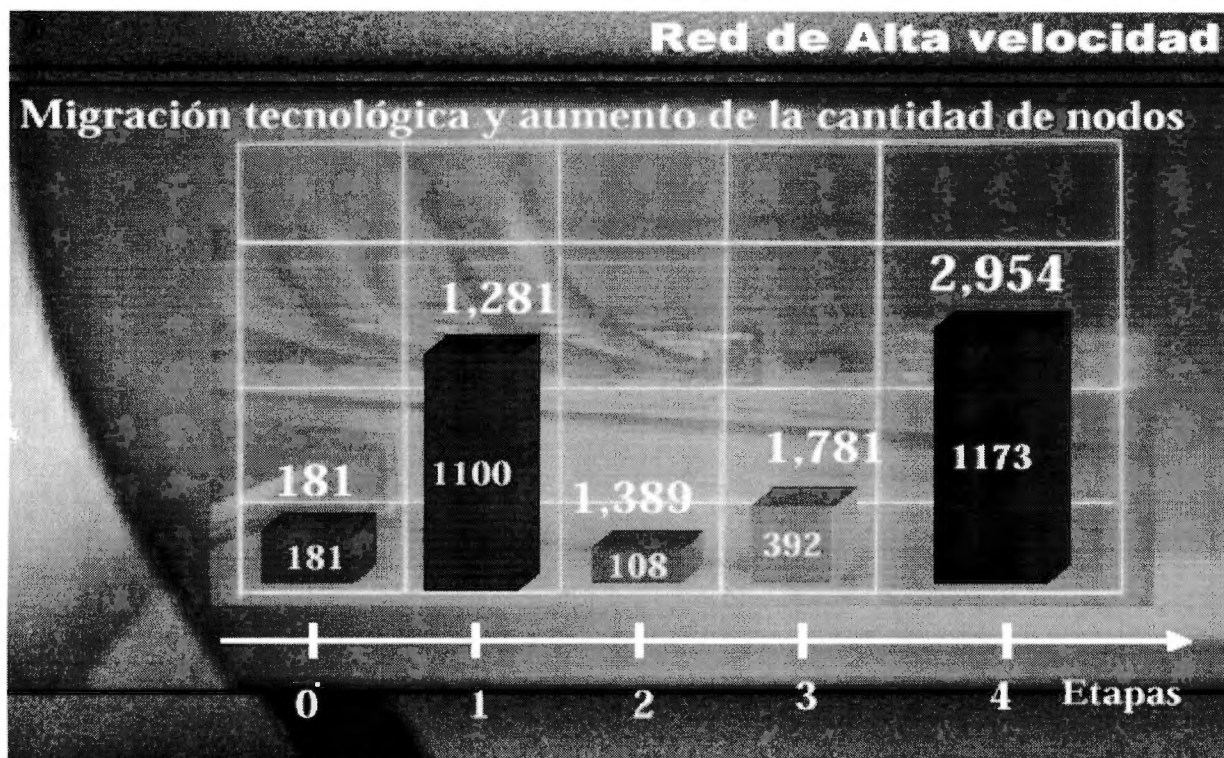
En la figura 5.3 se muestra de manera simple el diagrama esquemático de cómo queda interconectada en su totalidad la red, que se construyó en cinco etapas.

Los fondos para adquirir los dispositivos se obtuvieron en proyectos presentados a FOMES, en un lapso de tres años (1999 – 2002). En esta figura se pone la etiqueta que identifica a cada uno de los edificios y la lógica de interconexión de los mismos.



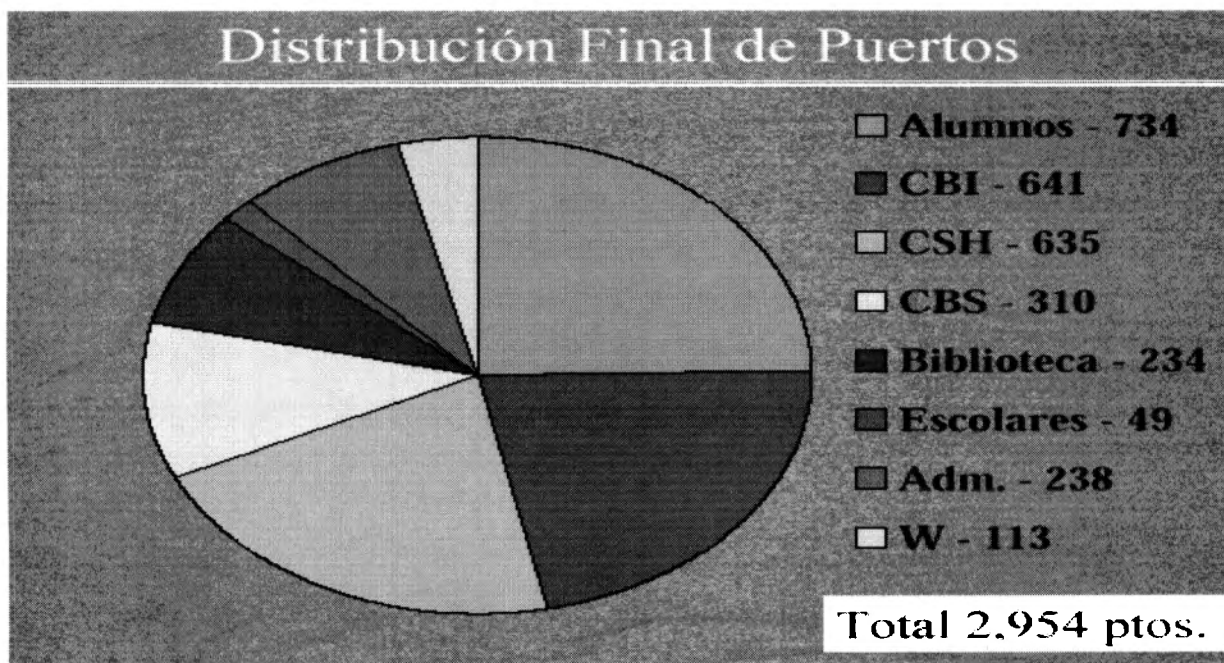
**Figura 5.3 Diagrama lógico de interconexión de la red.**

El proyecto construido en cinco etapas se puede ver de manera gráfica en la figura 5.4. Para la etapa cero se adquirieron los gabinetes para alojar las tarjetas de tecnología conmutada de 10/100 Mbps, así como los ruteadores a 100 Mbps, que marcaban el inicio de la migración de la red Ethernet compartida, por una red Ethernet conmutada. En la etapa uno se adquirieron tarjetas de 48 puertos de 10/100 Mbps, lo que permite cambiar la parte con más problemas de la red y lograr un avance de casi el 30%. En la etapa dos se adquirieron los equipos de alta velocidad que forman la delta con tecnología de Gigabit Ethernet y se desplazaron los equipos de ruteo de 100 Mbps a otros puntos de interés. En la etapa tres se adquirieron más gabinetes y algunos equipos separados para ampliar la cobertura a toda la red y finalmente en la etapa cuatro se llenaron a su máxima capacidad todos los gabinetes, con tarjetas de 48 puertos de 10/100 Mbps y se adquirieron más equipos individuales para cubrir zonas de pocos usuarios (24 y 48 puertos) que no tenían posibilidades de crecimiento. Los detalles de la construcción de este trabajo se encuentran en el apéndice “D”.



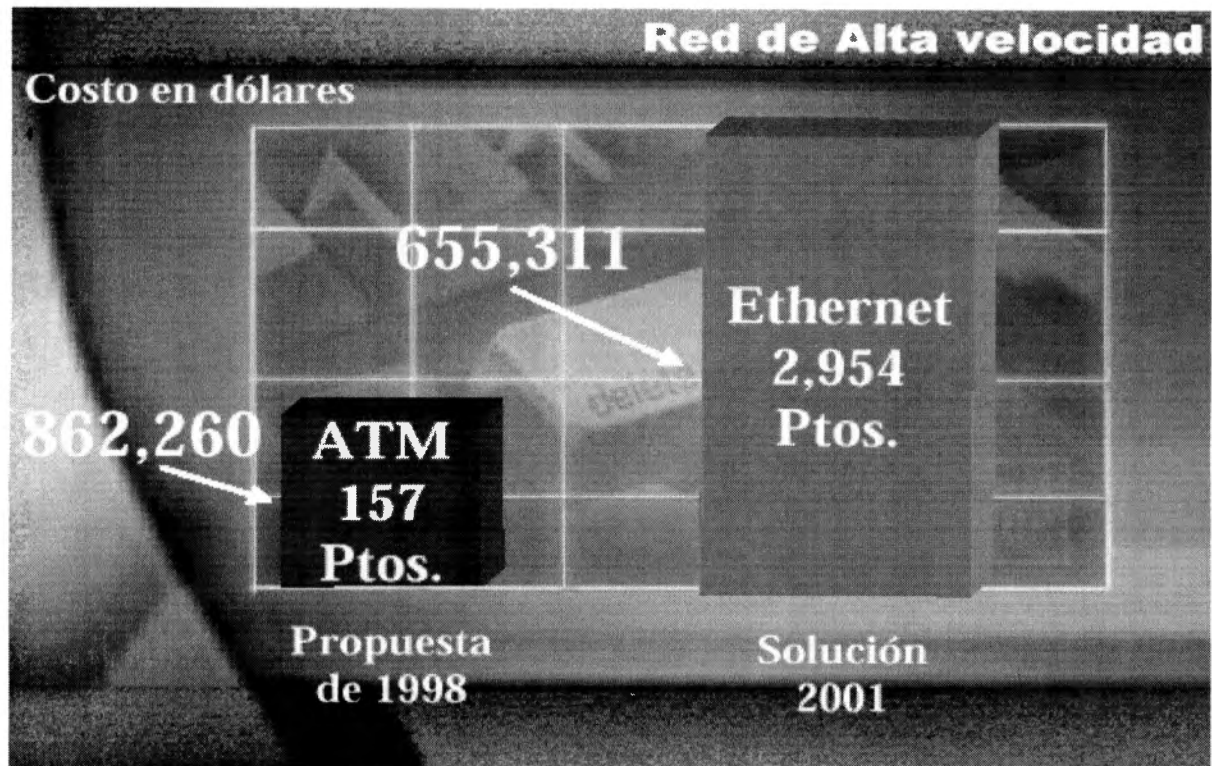
**Figura 5.4 Desarrollo por etapas de la red en UAM – Iztapalapa.**

La distribución final de puertos de la red LAN de alta velocidad, se puede apreciar en la figura 5.5. que se tienen más puertos para alumnos porque estos no contaban en el pasado con ninguna red, las diferentes divisiones de estudios (CBI, CSH y CBS) obtuvieron una migración y expansión en la capacidad que originalmente tenían, biblioteca y escolares consiguieron un cambio, así como un crecimiento, debido al tipo de servicio que ofrecen.



**Figura 5.5 Distribución de puertos por departamentos.**

La figura 5.6 presenta una gráfica que describe el comparativo de puertos del proyecto original en ATM y lo que se decidió en el caso de esta red.



**Figura 5.6 Ethernet contra ATM.**

El proyecto original en ATM era de 1,333 puertos, donde sólo **157 puertos** eran de alta velocidad, con un costo de **862,260 dólares**. Comparados con los **2,954 puertos** que se tienen con la solución Ethernet, significa **18.81 veces** más densidad de puertos, con un costo menor.

Un punto que se quiere hacer notar, es la negociación del mantenimiento para el año en que vence la garantía inicial, que se espera sea de un 10% del total del equipo como máximo (70,000 dólares). Es evidente que Gigabit Ethernet no se puede comparar con ATM, bajo estas circunstancias, ya que las necesidades de la organización determinan una solución distinta a lo que ATM puede ofrecer y la única comparación válida en este punto, es estratégica y económica. Lo que realmente se está comparando es el hecho de obtener más puertos conmutados, el costo de los mismos y la relativa facilidad, de migrar de manera muy transparente de la tecnología Ethernet de 10 Mbps compartida, a 10 / 100 Mbps conmutados y propiamente a 1000 Mbps igualmente conmutados de la familia Ethernet.

Por el perfil de comparación que se está haciendo de la solución desarrollada, se tiene la sensación de que se está desviando la atención de la tecnología y se está teniendo un enfoque más administrativo, plasmado de estrategia y de negociaciones financieras. La realidad es que se debe tener muy en cuenta esta parte, máxime que los recursos se consiguieron con proyectos externos, ya que la forma de hacer las cosas está cambiando fuertemente y actualmente se tiene que realizar este tipo de híbridos en los proyectos de administración de la tecnología de redes, sí es que se quiere realmente tener ventaja competitiva en las organizaciones, independientemente de las funciones sociales que realice esta organización.

El software básico de administración que aportó la compañía Enterasys, para realizar las funciones más simples de monitoreo de la red está en el cuadro 5.1.

|   |
|---|
| *NETSIGHT-EM NetSight Element Manager<br>Version 2.2.1 for Windows for NETSIGHT-EM. |
| *NETSIGHT-EM-TM NetSight Switch and<br>Topology Manager for NETSIGHT-SM-TM.         |

**Cuadro 5.1 Software de administración básico para redes Enterasys.**

Para una administración aun más robusta se utiliza el software llamado ESPECTRUM, que se vende por módulos, que tiene un costo muy elevado, en realidad no es necesario este software.

Como se puede apreciar este es un ejemplo sencillo de cómo se ve una red híbrida, con elementos reales, que tienen un costo real, para dar una panorama de la responsabilidad de un administrador de la tecnología, así como lo divertido que puede ser, el realizar estas funciones.

Ya con todo el equipo instalado se procede a realizar las pruebas, y a partir de este momento la administración total de la red deberá hacerse por parte del personal de la organización donde quedo instalado el equipo, las garantías, así como los contratos de mantenimiento deben estar a la mano, para poder hacerlos efectivos en caso de necesidad.



## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó un desarrollo de seis capítulos que pone de manifiesto el proceso de evolución de la tecnología en redes de cómputo, el tiempo para lograr estos cambios ha sido corto y cada vez se reduce más la vigencia de una tecnología, de tal suerte que las redes por satélite que de momento están en su fase de investigación y que tienen un costo muy elevado de operación, para el año 2004 se espera tengan una alta participación en el mercado. La decisión final estará sujeta a las políticas internacionales, los intereses económicos, de tal forma que la última palabra no la tiene la comunidad científica, sino más bien la industria y las necesidades propias de la empresa en una sociedad de retos y de constantes cambios.

El tema de “Administración de Redes ATM Inalámbricas”, inicia con la descripción o introducción del contenido del trabajo. En el capítulo dos se tratan los medios inalámbricos, en este punto se resalta el porque de un medio inalámbrico, como opera el mismo y cuales son sus ventajas y debilidades. El siguiente capítulo (tres) se dedica al concepto de la administración de las redes, en este capítulo se maneja el concepto de ATM, como modelo que considera todo lo que se puede conseguir sobre una red fija, como son, velocidad, calidad en el servicio, alcance y confiabilidad. El capítulo cuatro se dedica a las redes ATM inalámbricas. Lo que motivo el interés por investigar las redes inalámbricas, como un medio viable de llegar a los lugares donde sería difícil hacerlo de otra forma. Surge de la necesidad que se tiene de resolver la comunicación de todo tipo de aplicaciones y poder ofrecer servicios donde los medios alambrados no pueden llegar, las razones pueden ser diversas y la justificación también, pero finalmente el propósito de tener información estructurada es un buen argumento para este desarrollo.

Anteriormente la tecnología inalámbrica no había tenido ningún interés por parte de la empresa, situemos esta referencia en la década pasada, ya que no ofrecía ninguna ventaja competitiva comparada, con la ventaja que ofrecía cambiar del cable coaxial al cableado estructurado en las redes locales, luego con el advenimiento de la fibra óptica se vuelve a dar una ventaja en la transmisión de datos en alta velocidad, si se analiza un poco que tantas redes operan en alta velocidad en nuestro país, se encuentra que son pocas, se podría decir que de momento una “elite empresarial y organizacional” esta migrando a este tipo de redes. Por otro lado, se tiene que los medios inalámbricos como el teléfono celular han reducido sus costos, y esto se debe principalmente a la desregularización de las comunicaciones, que origina una competencia en esta área. Entonces, para que estas empresas de comunicaciones sean rentables se dan a la tarea de comunicar a todos los posibles usuarios, estén donde estén, lo que abre la puerta grande a la industria de las comunicaciones inalámbricas, esta es una razón más que obliga a la generación y conocimiento de nuevos modelos de administración de redes, que consideren la tecnología según las tendencias empresariales y organizacionales, para hacer frente de manera exitosa a estas necesidades ubicuas de comunicación, porque no se puede concebir un negocio moderno “e-business, e-commerce, e-etcétera”, que trate de posicionarse de un nicho de mercado, sin la consecuente inversión tecnológica en estas áreas y ni que decir de las organizaciones de educación superior, que le dan un nuevo sentido a su quehacer, por medio de la educación a distancia, las bibliotecas digitales, en fin todo aquello que necesariamente requiere de redes robustas, para soportar grandes cantidades de datos, aplicaciones multimedia, etcétera. Por otro lado los encargados de diseñar estas soluciones deben tener una serie de propuestas y estas sólo son posibles si se tiene el conocimiento que esta en documentos al respecto, ya sea nacionales o internacionales, de hecho esto ha originado un fenómeno de actualización permanente de las

personas dedicadas a temas tecnológicos tan dinámicos, como las telecomunicaciones, las redes de cómputo, entre otros.

Este trabajo ofrece

Un documento que contiene información sintetizada de la tecnología en redes inalámbricas. Lo cual puede ser considerado como un elemento que sirva de guía en las decisiones que se tomen acerca de este tema o afines. Se puede aplicar como parte del material de un curso de actualización a nivel profesional y de especialización en el área de sistemas, redes, telecomunicaciones, etcétera. Considera una serie de elementos que no están en un sólo lugar, lo cual permite tener un documento, que puede competir con los textos que se editan al en el ámbito internacional. Cumple con la tendencia de los documentos actuales, que no rebasan las 200 páginas lo que invita a leerlos.

Por otro lado se presenta un modelo para aplicar la administración de la tecnología en redes siguiendo una metodología, como una aportación básica. Dicho modelo es original debido a que es una interpretación personal

- Existen una serie de temas como las redes satelitales, la seguridad, estándares, etcétera, que bien pueden ser considerados como un trabajo de tesis completo y que se tocaron de manera ligera.
- No se esta desarrollando ningún programa (software) para administración de redes donde este es un punto muy fuerte, desde el punto de vista económico y estratégico. Una vez más este tipo de trabajos son desarrollos que acaparan todo un proyecto y que deben de cubrir necesidades específicas.

Sin duda todos los puntos expuestos son una apreciación que puede ser rebatida por todo aquel que decida leer el documento en su totalidad y esto es muy justo partiendo de la idea que después de involucrarse a fondo sobre una idea, esta se puede moldear al pensamiento y necesidades propias, lo cual determinará una visión muy distinta, pero no ajena al trabajo mismo.

Después de todo se puede decir que se tiene un documento con un enfoque tecnológico, para usarse en donde se tiene demanda de actualización, formación o aplicación de estas tendencias, que exigen soluciones a una serie de necesidades que acarrea la globalización de los servicios, así como la calidad de los mismos, sin dejar de lado la idea de usuario final en este caso, las personas y las facilidades de acceder a las tecnologías emergentes en pro de una sociedad más comunicada y quizás más justa. En principio si un individuo ya no tiene que recorrer una serie de lugares de manera física, tal vez alivie un poco la gran cantidad de tráfico que se origina en las grandes ciudades y en la medida que la educación a distancia, tenga los elementos pedagógicos para ser atractiva, entretenida y barata, se estará dando un paso decidido en el cambio de paradigma en la educación de la humanidad.

Es claro que el cambio de modelo económico global esta bastante posicionado, así mismo la transición de la política y ordenamiento mundial se esta consolidando, pero lo que no es evidente, es como se atenderá el rezago social a nivel mundial, ni como se mantendrán las condiciones mínimas, para asegurar condiciones favorables a las nuevas generaciones. Creo que es necesario conducirse desde hoy y para “siempre” de una forma donde se atienda de manera prioritaria, esta zona que tal vez, no genere más merito que el saber que se realizó una contribución, por mínima e insignificante que esta parezca, compartiendo el conocimiento, que dicho sea de paso se esta cotizando muy alto, a tal grado que se considera capital intelectual y la riqueza del futuro será el conocimiento de la humanidad, donde un negocio redituable es la administración del mismo. Por

lo que mi intención si me lo permiten las circunstancias será, generar un texto tomando como base este trabajo y ponerlo de manera pública.

En la figura 6.1 se tiene una ciudad, la cual resalta de manera gráfica la tendencia de las comunicaciones inalámbricas, esta imagen se espera sea distinta para el 2004 (de hecho si lo es), porque además de las líneas de comunicación entre los edificios, se tendrán, líneas hacia el cielo debido a los satélites que cubrirán buena parte de las comunicaciones.



**Figura 6.1 Comunicaciones inalámbricas punto multipunto**

La presente investigación deja un amplio horizonte de trabajo futuro, tanto en las redes inalámbricas, como en las satelitales, así como otro tipo de enfoques ya sea en software o en la combinación de hardware y software.

La sociedad reclama proyectos de investigación que permitan un desarrollo integral de la misma respetando valores, costumbres y creencias nacionales, pero sin olvidar que se vive un momento de interacción global.

Así mismo este trabajo abre nuevas líneas de trabajo, entre otras el desarrollo de un modelo para redes satelitales y la seguridad, que bien pueden ser considerados como un trabajo de tesis completo, estos tópicos se trataron de manera ligera.

Por otro lado es necesario un programa (software) para administración de redes donde este es un punto muy fuerte, desde el punto de vista económico y estratégico. Una vez más este tipo de trabajos son desarrollos que acaparan todo un proyecto y que deben de cubrir necesidades específicas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ian Harvey, "Walk 'n' Roll Wireless: Already Bigger than the Internet," Toronto Sun (15 March 2000), [www.canoe.ca/TechNews0003/15\\_connect.html](http://www.canoe.ca/TechNews0003/15_connect.html)
- [2] The Evolution of Untethered Communications, Washington D. C.: National Academy Press, 1997.
- [3] Shafi, M., et al., « Wireless Communications in the Twenty First Century: A Perspective, "Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 10, October 1997. pp. 1622-1638.
- [4] Second Generation Mobile and Wireless Networks, Uyles Black, 1999 Prentice-Hall.
- [5] David E. McDysan and Darren L. Spohm, ATM Theory and Applications, McGraw-Hill, págs. 881-910, 1999.
- [6] L. Dellaverson, "Reaching for the New Frontier," ATM Forum 53 Bytes, Volume 4, Issue 3, 1996.
- [7] V. Oakland, "Broadband from Abode", Telephony, Feb. 17, 1997.
- [8] A. Rogers, "... While IP Gets Speedy in Space", Communications Week, March 17, 1997.
- [9] IEEE, "Broadband via Satellite, " IEEE Communications Magazine, July 1997. extentions, WDAG 1989.
- [10] IMT-2000: Standards Efforts of the ITU, IEEE Pers. Commun., vol. 4, no. 4, Aug. 1997.
- [11] E. Berruto et al., "Architectural Aspects for the Evolution of Mobile Communications Toward UMTS," IEEE JSAC, vol. 15, no. 8 Oct. 1997, pp. 1477-87.
- [12] G. Eneroth and M. Johnsson, "ATM Transport in Cellular Networks," Proc. ISS' 97, Toronto, Sep. 1997.
- [13] J. H. Balwin et al., "AAL-2 – A New ATM Adaptation Layer for Small Packet Encapsulation and Multiplexing," Bell Labs Tech. J., Spring 1997, pp. 11-31.
- [14] M. J. McTiffin et al., "Mobile Access to an ATM Network Using a CDMA Air Interface," IEEE JSAC, vol. 12, no. 5, June 1994.
- [15] G. Brasche and B. Walke, "Concepts, Services, and Protocols of the New GSM Phase 2 + General Packet Radio Service," IEEE Commun. Mag., Aug. 1997, pp. 94-104.
- [16] "Third Generation Mobile Systemas in Europe," IEEE Pers. Commun., vol. 5, no. 2, Apr. 1998.

- [17] IEEE JSAC, Special Issue on Spread Spectrum Systems, May 1992.
- [18] ITU-T Draft Rec. I.363.2, "B-ISDN ATM Adaptation Layer Type 2 Specification."
- [19] "Personal Communications – Services, Architecture and Performance Issues" IEEE JSAC, vol. 15, no. 8, Oct. 1997.
- [20] "ITU-T Draft TRQ.2015.1.01 Signaling Requirements for AAL Type 2 Capability Set 1 (CS1)," Nov. 1998.
- [21] ITU-T Draft Rec. I.363.2, "B-ISDN ATM Adaptation Layer Type 2 Specification."
- [22] Frost & Sullivans, January 1997.
- [23] E. Ayanoglu et al., "Mobile Information Infrastructure," Bell Labs Tech. J., Autumn 1996, pp. 143-63.
- [24] J. McGarvey, "Crossroads: ATM or Gigabit Ethernet?" Interactive Week, Oct. 7, 1996.
- [25] D. Gilmurray et al., "Wireless ATM Service Scenarios," ATM Forum Proposal doc. ATMForum/96-1056/WATM, Baltimore, MD, Aug. 1996.
- [26] R. P. Lipschutz, "ATM on the Move," PC Mag., Apr. 23, 1996.
- [27] C. Fang, H. Chen, and J. Hutchins, "A Simulation Study of TCP Performance in ATM Networks," Proc. IEEE GLOBECOM '94, pp. 1217-23.
- [28] P. Lambert, "RSVP and ATM: Shotgun Wedding at Hand," Interactive Week, July 21, 1997.
- [29] K. Pahlavan and A. Levesque, Wireless Information Networks, New York: Wiley, 1995.
- [30] K. Pahlavan, T. H. Probert, and M. E. Chase, "Trends in Local Wireless Networks," IEEE Commun. Mag., Mar. 1995.
- [31] K. Pahlavan, "Wireless Communications for Office Information Networks," IEEE Commun. Mag., Sep. 1995.
- [32] D. Woznicki, "Wireless LANs in Education, Health, and Finance," 2<sup>nd</sup> IEEE Wksp. Wireless LANs, Worcester Polytech. Inst., Oct. 24-25, 1996.
- [33] International Telecommunication Union, "Management Framework for Open System Interconnection (OSI) for CCITT Applications," Rec. X.700, 1993, <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/x/index.html>.
- [34] B. A. Denison and Giovannetti, NetCare® Network Management Services – Managing Multi – Vendor Networks, "Bell Labs Tech. J., Vol. 4, No. 4, Oct. – Dec. 1999, pp. 225-236.
- [35] W. Stallings, SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON1 and 2, 3rd ed. Addison Wesley, Reading, Mass., 1999.

- [36] International Telecommunication Union, "Information Technology – Open Systems Interconnections: Guidelines for the Definition of Managed Objects," Rec. X.722/ISO 10165, 1992, <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/>.
- [37] En teoría, CMIP sólo puede ser usado en redes privadas; Aunque, en la practica, SNMP es la norma.
- [38] Luo W., El Zarki M.: Analysis of Error Concealment Techniques for MPEG-2 Video Transmission Over ATM based Networks, Proc. Of SP/E Visual Communications and Image Processing'95, Taiwan, May, 1995.
- [39] McCanne S. Vetterli M., Jacobsen V.: Low-complexity Video Coding for Receiver-driven Layered Multicast, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 16, No. 6, pp. 983-1001, August 1997.
- [40] Yeadon N., García F., Hutchinson D., Shepherd D.: Filters: QoS Support Mechanisms for Multipeer Communications, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 14, No. 7, September 1993.
- [41] Nahrstedt K., Smith J.: The QoS Broker, IEEE Multimedia, Vol. 2, No. 1, 1995, pp. 53-67.
- [42] Fankhauser G., Dasen M. Weiler N., Plattner B., Stiller B.: WaveVideo - An Integrated Approach to Adaptive Wireless Video, to appear in ACM MONET, Special Issue on Adaptive Mobile Networking and Computing.
- [43] Mikkonen J., Krusys J.: The Magic WAND: a wireless ATM access system, Proceedings of 1<sup>st</sup> ACTS Mobile Communications Summit, Granada, Spain, November 1996, pp. 535-542.
- [44] Besse L. et al.: Towards an Architecture for Distributed Multimedia Applications Support, Proc. Of Int Conf. On Multimedia Computing and Systems, May 1994, pp. 164-172.
- [45] Paskalis S. et al.: Performance of Traffic Scheduling for Wireless ATM Networks, Proc. Of 2<sup>nd</sup> ACTS Mobile Communications Summit 1997, Aalborg, Denmark November, 1997, Vol. II, pp. 751-756.
- [46] Kassler A., Lupper A.: Support for Multimedia Applications in a Wireless ATM System, to appear in: Proceedings of ICATM 98, Colmar, June 1998 and Kassler A., Schulthees P.: Mobile broadband applications and the Magic WAND system, Proc. Of Workshop on Personal Mobile Multimedia, Singapore, September 1997.
- [47] Krishnamurthy A., Little T. D. C.: Connection-oriented Service Renegotiation for Scalable Video Delivery, Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems, Boston, MA, USA, May 1994, pp. 502-507.
- [48] Zhang L. et al.: RSVP: A New Resource ReSerVation Protocol, IEEE Network, No. 9, 1993, pp. 8-18.

- [49] Pasquale J., Polyzos G., Anderson E. Kompella V.: The Multimedia Multicast Channel, Proc of 3<sup>rd</sup> International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV 92), San Diego, California, November, 1992, pp. 185-192.
- [50] Agrawal P., Hyden E., Krzyzanowski P., Mishra P., Srivasrava M.B., Trotter J. A.: SWAN: A Mobile Multimedia Wireless Network, IEEE Personal Communications, April 1996, pp. 18-33.
- [51] Schill A. et al.: A Quality of Service Abstraction tool for Advanced Distributed Applications, Proc. Of International Conference on Open Distributed Processing, February 1995.
- [52] Vogt C.: Quality-of-service management for multimedia streams with fixed arrival periods and variable frame sizes, Multimedia Systems, 1995, Vol. 3, pp. 66-75.
- [53] Meierhofer J.: Data Link Control for Indoor Wireless ATM Networks, accepted for Wireless '98, Calgary, Canada, July 1998.
- [54] Kalkbrenner G., Pirkmayer T., van Dornik, a., Hofmann P.: Quality of Service (QoS) in Distributed Hypermedia-Systems, Technical Report Nr. 6, PRZ-Nr.: TUB-PRZ-W-1103, Berlin.
- [55] Jiang, F. and Käkölä, T. Wireless ATM: Handover Issues. In Proceedings of the Personal, indoor and Mobile Radio Communications (PIRMC'98) (Boston, Massachusetts, USA, 1998), IEEE.
- [56] Awater, G. A., and Kryus, J. Wireless ATM - *an Overview*. Mobile Networks and Applications 1, 3 (1996), 235-243.
- [57] Mitts, H., Hansen, H., Immonen, J., and Veikkolainen, S. Lossless handover for wireless ATM. Mobile Networks and Applications 1, 3 (1996), 299-312.
- [58] The ATM Forum. Living list document of Wireless ATM working group. ATM Forum LTD-WATM-01.07, (1998). pp. 39-49.
- [59] Raychaudhuri, D. *Current Topics in Wireless & Mobile ATM Networks: QoS Control, IP Support and Legacy Service Integration*. In Proceedings of the *Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'98)* (Boston, Massachusetts, USA, 1998), IEEE.
- [60] Toh, C.-K. Wireless ATM and AD-HOC Networks. Kluwer Academic Publishers, (1997), pp. 31-33.
- [61] De Prycker, M. *Asynchronous Transfer Mode: Solution for Broadband ISDN*. Prentice Hall International (UK) Limited, (1996), p. 115.
- [62] Yuan, R., Biswas, S. K., French, L. J. Li, J., and Raychaudhuri, D. A. Signaling and control architecture for mobility support in wireless ATM networks. Mobile Networks and Applications 1, 3 (1996), 287-298.
- [63] Lobley, N. C. *Intelligent Mobile Networks*. British Telecom Journal 3, 2 (1995), 21-29.

- [64] Cáceres, R., y Padmanabhan, V. N. *Fast and Scalable Handoffs for Wireless Internetworks*. In Proceedings of the MOBICOM'96 (Rye, New York, USA, 1996), ACM/IEEE, 56-66.
- [65] A. Acharya, J. Li, B. Rajagopalan, and D. Raychaudhuri, "Mobility Management in Wireless ATM Networks", IEEE Communications Magazine. Nov 1997.
- [66] K. Keeton, B. Mah. Seshan, R. Katz, and D. Ferrari, "Providing Connection-Oriented Network Services to Mobile Hosts", in Proc. USENIX Symp. on Mobile and Location Independent Computing, 1993.
- [67] K. Y. Eng, M. J. Carol. M. Veeraraghavan, E. Ayanougly, C. B. Goodwort, P. Pancha, and R. A. Valenzuela, "BAHAMA: A Broadband Ad-Hoc Wireless ATM Local Area Network ", in Proc. ICC.95, Seattle, WA. ,P. Agrawal, E. Hyden, P. Krizanowski ,P .Mishra, M. Srivastava and J. A. Trotter, "SWAN: A Mobile Multimedia Wireless Network ", IEEE Personal Communications Magazine, April 1996.
- [68] M. Cheng. S. Rajagopalan, L. F. Chang, G. P. Pollini, and M. Barton, "PCS Mobility Support over Fixed ATM Networks", IEEE Communications Mag. Nov. 1997.
- [69] U. Varshney, "Two Connection Re-ruteo Shcemes for Wireless ATM Enviroment", in Proc. IEEE ICUPC, 1997., M. Grossglauser and K .K .Ramakrishnan, "SEAM: Scalable and Efficient ATM Multicast", in Proc. IEEE INFOCOM 97.
- [70] K. Keeton, B .Mah, S. Seshan, R Katz, and D. Ferrari, "Providing Conection-Oriented Network Services to Mobile Hosts", IN Proc. USENIX Symp. on Mobile and Location Independent Computing, 1993. Esto también puede estar en términos de una nueva conexión de entrega total (NCEH) U, Varsney, " A Scheme for Connection Management in Wireless ATM Networks", in Proc. first NDSU Workshop on ATM Networking, Fargo, ND, a UG. 1996.
- [71] C. K. Toh. " A Hibrid Handover Protocol for Local Area Wireless ATM Networks. Mobile Networks and Aplications (MONET). VOL. 1. no. 3, December 1996.
- [72] R Ramjee, T. F. La Porta, J. Kurose, and D. Towsley, Performance Evaluation of Conection Rerouting Schemes for ATM-Based Wireless Networks "IEEE/ACM Transactions on Networking, June 1998.
- [73] J. Li, R. Yates, and D., Raychauhuri, "Handoff Control in the PNNI Hierarchy of Mobile ATM Networks", to appear in HICCS, January 1999.
- [74] A. S. Acampora and M. Nagshshineh, " An Arquitecture and Methodology for Mobile-Executed Handoff in Celular ATM Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 12 no. 8, October 1994.
- [75] O. T. W. Yu and V.C.M. Leung, "Connection Architecture and Protocols to Support Efficient Handoffs over and ATM/B-ISDN Personal Communications Network" ,Mobile Networks and Aplications (MONET), October 1996.
- [76] G. Lui and G. Maguire Jr. " A Class of Motion Prediction Algorithms for Wireless Mobile Computing and Communications, (MONET), Vol. 1, n0.2. Oct 1996.



- [77] S. F. Bush, S. Jugannath, R. Sanchez, J.B. Evans, V.S. Frost, G. J Minden, and K. S. Shanmugan, "A Control and Management Network for Wireless ATM Systems", *Wireless Networks*, September 1997.
- [78] M. Grossglauser and K. K. Ramakrishnan, "SEAM: Scalable and Efficient ATM Multicast", in *Proc. IEEE INFOCOM 97*.
- [79] M. Umehira et al, "ATM Wireless Access for Mobile Multimedia: Concept and Architecture", *IEEE Personal Communications*, October 1996, pp 39-48.
- [80] Y. Nakayama, "Cell Discard and TDMA Synchronisation using FEC in wireless ATM systems", *IEEE Journal on Select Areas in Communications*, Vol 15, No. 1, January 1997, pp 29-34.
- [81] D. Raychaudhuri, "ATM Base Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks", *IEEE International Conference on Communications*, 1994, August, pp. 559-565.
- [82] T. D. Tarman, "ATM Forum BTD-SECURITY-01.03", July 1997.
- [83] D. Liang, "A Survey on ATM Security", available at [http://www.cis.ohio-state.edu/7Ejan/cis788-97/atm\\_security/index.htm](http://www.cis.ohio-state.edu/7Ejan/cis788-97/atm_security/index.htm).
- [84] <http://www.tik.ee.ethz.ch/~wand>.
- [85] <http://www.infowin.org/ACTS/PROJECTS>.
- [86] <http://www.cselt.it/sonah/AWACS>.
- [87] Russell L. Ackoff, *The design of social research*, 1953 Chicago, University.
- [88] <http://www.enterasys.com.mx>.

## Apéndice A

### Vendedores y Desarrolladores de la Tecnología Inalámbrica.

La lista que se presenta a continuación contiene a los principales vendedores y desarrolladores de tecnología inalámbrica, como la evolución de la industria genera oportunidades y retos, que generan la aparición de nuevas empresas y sitios de investigación, así como la desaparición de estos, se espera que la información aquí vertida sirva de guía.

#### AC Data Systems of Idaho

[www.surgeblox.com](http://www.surgeblox.com)

Sistemas de datos empeñados en el diseño la calidad, manufactura y mercado. Su misión es: identificar las necesidades de calidad y expectativas del cliente y superar la hechura, los servicios al cliente y el envío de soluciones de calidad a través de un acuerdo absoluto.

Teléfono 1-208-777-1166, llamadas sin costo al 1-800-890-2569

#### Adaptive Broadband

[www.adaptivebroadband.com](http://www.adaptivebroadband.com)

La compañía Axxcelera Broadband Wireless ofrece soluciones para redes de datos, desarrolla tecnología para comunicaciones inalámbricas de banda ancha sobre Internet. Los accesos de banda ancha inalámbricos se realizan en plataformas puente de última milla, que actualmente remplanzan los lazos locales de suscriptores para corporaciones y pequeños negocios, así como la migración al mercado residencial. Se ofrecen transmisiones de datos a 25 Mbps para voz, vídeo en tiempo real, entre otros.

#### ADAX

[www.adax.com](http://www.adax.com)

Adax fue fundada en Berkely, California en 1982, para reunir las necesidades de comunicaciones necesarias del mercado emergente de Sistemas Abiertos. Adax provee soluciones de señalización para compañías premier de telecomunicaciones, tal como Lucent, Nortel, Ericsson, Alcatel, Hughes y Siemens. Adax en una compañía internacional, que esta activa activa en el mercado de comunicaciones de área extendida.

#### Aeris Communications

[www.aeris.net](http://www.aeris.net)

Propietaria de tecnologías de dos vías, que permiten la conectividad inalámbrica y el control remoto de dispositivos inteligentes. La red Aeris.net es la primera solución de red comprensible. Con bajo costo intrínseco, cobertura de roaming universal y alta optimización máquina-a-máquina. Cuenta con la patente del servicio MicroBurst de las redes celulares existentes.

#### Aironet Wireless Communications

[www.aironet.com](http://www.aironet.com)

El 15 de marzo de 2000 la compañía Cisco Systems completo la adquisición de Aironet, está adquisición le dio presencia a Cisco en la parte inalámbrica, para una información más completa acerca de los productos inalámbricos disponibles aironet se puede visitar la dirección [www.cisco.com/warp/public/44/jump/wireless.shtml](http://www.cisco.com/warp/public/44/jump/wireless.shtml) o simplemente la dirección de aironet.

**Alcatel**

[www.alcatel.com](http://www.alcatel.com)

El grupo gastó un total de 2.9 billones de Euros en R&D en el año de 2001, o dicho de otra forma el 11.3% de sus ventas, lo que permitió que cerca de 22,000 ingenieros de Alcatel se dedicaran a investigación y desarrollo alrededor del mundo. Los productos competitivos que ofrece Alcatel son redes metropolitanas DWDM, enrutadores-conmutadores ópticos, redes dorsales de banda ancha, equipo de acceso y software de administración y servicio. La generación de la tercera generación de UMTS de infraestructura de red, por medio de una alianza con la compañía Fujitsu.

**Allgon**

[www.allgon.com](http://www.allgon.com)

Allgon es una compañía global que provee soluciones de infraestructura radio-bases, actualmente a lanzado un sitio web orientado al cliente. Las soluciones ofrecidas por sus repetidores 3G para UMTS, en comunicaciones celulares, han sido ampliamente adoptadas. A la compañía Allgon se le considera la primera opción para proveer equipo CDMA.

**ALLTEL Communications**

[www.alltel.com](http://www.alltel.com)

Compañía dedicada a informar del estado financiero que guardan diversas empresas de telecomunicaciones, avances en tecnología y más.

**Architel Systems**

[www.architel.com](http://www.architel.com)

Bienvenidos a MetaSolv la compañía de software creada por Nortel Networks, para sistemas de servicio, comercio, soporte de operaciones y negocios.

**AudioCodes**

[www.audiocodes.com](http://www.audiocodes.com)

Se encuentra en construcción su página (02/julio/2002).

**Audiovox Cellular Communications**

[www.audiovox.com](http://www.audiovox.com)

Engloba a 11 compañías revistas de las que se pueden destacar: The New York Times, Newsweek, Forbes, FYI, etc. desde donde se puede publicitar la tecnología inalámbrica de manera adecuada.

**BellCore**

[www.bellcore.com](http://www.bellcore.com)

Ayudamos a nuestros clientes a posicionarnos en la próxima generación de soluciones de IP y E-commerce, en la ingeniería de las redes más confiables del mundo. Distribuye de manera mundial el software para operación de redes automática crítica (OSS software and services).

**Bell South Wireless Interconnection Services**

[www.interconnection.bellsouth.com](http://www.interconnection.bellsouth.com)

Soluciones de envío de acuerdo a sus necesidades, con soluciones de transporte local o de paquetes de datos, todo a la medida.

**Cellometry**

[www.cellometry.com](http://www.cellometry.com)

Soluciones inalámbricas de datos que hacen la diferencia.

**Cell-Loc**

[www.cell-loc.com](http://www.cell-loc.com)

Cell-loc es el líder en la industria de la localización inalámbrica, con una serie de productos que permiten servicios de localización.

**Celltech Information Systems**

[www.celltechinfo.com](http://www.celltechinfo.com)

Soluciones de datos, sistemas de datos y sistemas de información en un mismo grupo de telecomunicaciones convergentes.

**CelPlan Technologies**

[www.celplan.com](http://www.celplan.com)

Tecnologías globales que proveen soluciones sofisticadas para el mañana, en el mundo inalámbrico actual. Ingeniería en diseño y desarrollo de infraestructura de RF (MSC, BSS y BTS) para sistemas óptimos inalámbricos.

**ComTech Wireless**

[www.comtech-wireless.com](http://www.comtech-wireless.com)

Firma dedicada a proveer diseños de rango completo, implantaciones y optimización del servicio en la industria de las telecomunicaciones inalámbricas.

**Converse Networks Systems**

[www.conversens.com](http://www.conversens.com)

Está dedicada al desarrollo de infraestructura multimedia, sistemas, aplicaciones y servicios, que funcionan sobre redes. Todos los diseños ofrecidos están personalizados a las necesidades del cliente en base a la experiencia de comunicaciones de red, de cable o servicios de Internet.

**Data On Air**

[www.dataonair.com](http://www.dataonair.com)

Fundada en 1995 como una compañía de consultoría y entrenamiento de tecnología inalámbrica. En 2002 lanza una serie de productos de software, como el que ya tenía funcionando (Back Office para Internet Móvil).

**Ericsson**

[www.ericsson.com](http://www.ericsson.com)

Compañía con amplia presencia en el mercado internacional de la telecomunicaciones, tanto fijas como inalámbricas.

**Glenayre Electronics**

[www.glenayre.com](http://www.glenayre.com)

Líder global de estándares abiertos, mejorando servicios y unificando diseños de soluciones en comunicaciones que aceleran los servicios inalámbricos, en 2G y 2.5G con enfoque hacia 3G.

**Harris Corporation**

[www.microwave.harris.com](http://www.microwave.harris.com)

Esta compañía cuenta con 5 divisiones de operación para atender el mercado de, microondas, el de soporte de redes, seguridad de radio táctica y sistemas de comunicación gubernamental. Provee servicios, productos, sistemas y soluciones tanto comerciales como al gobierno.

**Hughes Network Systems**

[www.hns.com](http://www.hns.com)

Creando un mundo sin alambres de banda ancha por medio de satélites. Es el proveedor más grande soluciones de satélite, en la parte comercial con DIRECTTV, DIRECWAY y theDirectPC.

**Infrared Communications Systems**

[www.infraredsystems.net](http://www.infraredsystems.net)

Produce sistemas de comunicaciones infrarrojos. Es el líder proveedor de sistemas de comunicaciones de banda ancha inalámbricos ópticos. Las soluciones que ofrece incluyen protocolos desde T1 a Gigabit Ethernet, que satisfacen una amplia variedad de aplicaciones para administradores de LAN / WAN y proveedores de servicio de comunicaciones.

**Intelligent Information**

[www.intelligentinfo.com](http://www.intelligentinfo.com)

Desde 1993 es un pionero de i3, el concepto que extiende productos y servicios premium a los usuarios inalámbricos, la industria de las telecomunicaciones y de negocios buscan una conexión con sus clientes, la potencia de este nuevo medio inalámbrico.

**LGC Wireless**

[www.lgcwireless.com](http://www.lgcwireless.com)

Desarrolla patentes de tecnología para LGC inalámbrica en aplicaciones urbanas y de oficina, permitiendo que voz y datos sean transmitidos de manera inalámbrica.

**Lucent Technologies**

[www.lucent.com](http://www.lucent.com)

Un gran desarrollador de tecnología alamburada, así como inalámbrica. Cuenta con muchas patentes e investigaciones en el campo de redes.

**M/A Com**

[www.macom.com](http://www.macom.com)

Diseña redes privadas inalámbricas, en agencias públicas y compañías privadas.

**Microlegend Telecom**

[www.microlegend.com](http://www.microlegend.com)

Diseña y contruye plataformas SS7, que soportan el sistema global de comunicaciones GSM inalámbrico. Las aplicaciones principales son roaming GSM, roaming mejorado dual IMSI y roaming en redes inalámbricas LAN de alta velocidad.

**Motorola**

[www.motorola.com](http://www.motorola.com)

Motorola es el líder global de soluciones integradas de comunicaciones y soluciones electrónicas empujadas, así como software mejorado para telefonía inalámbrica, sistemas punto a punto interactivos de vídeo, voz y soluciones de datos de alta velocidad.

**Nokia**

[www.viennasys.com](http://www.viennasys.com)

Se dedica a la venta de productos comerciales de bajo costo para detección de radares tipo X, K y Ka, por medio de listas públicas de lo que ofrece.

**Nortel Networks**

[www.nortelnetworks.com](http://www.nortelnetworks.com)

Nortel es una compañía dedicada a redes, tanto fijas como inalámbricas, en la parte inalámbrica maneja 3G CDMA por medio de sus antenas inteligentes.

**Novatel Wireless**

[www.novatelwireless.com](http://www.novatelwireless.com)

Compañía líder en San Diego California en dispositivos inalámbricos, ofrece soluciones apropiadas tanto fijas como inalámbricas, ofrece servicios y productos para seguridad pública a nivel mundial.

**OTC Telecom.**

[www.otctelecom.com](http://www.otctelecom.com)

Ofrece productos y servicios inalámbricos telefónicos y de paging.

**Paragon Networks International**

[www.paragon-networks.com](http://www.paragon-networks.com)

Es el fabricante de plataformas de acceso integrado digital de banda ancha y angosta, así como de interconexiones ópticas metropolitanas.

**Proxim**

[www.proxim.com](http://www.proxim.com)

Fabricante de una serie de productos inalámbricos, de corto y largo alcance con velocidades de acceso desde 54 Mbps hasta 100 Mbps, en las frecuencias de 2.4 a 5 GHz.

**Qualcomm**

[www.qualcomm.com](http://www.qualcomm.com)

Es la compañía mejor conocida como pionera en la tecnología CDMA, que es ampliamente usada en la parte inalámbrica a nivel mundial.

**RadioLAN**

[www.radiolan.com](http://www.radiolan.com)

Fabricante mundial de equipo inalámbrico de 5 GHz, para conectividad tanto de redes LAN como de puentes.

**Siemens**

[www.icnsiemens.com](http://www.icnsiemens.com)

Provee soluciones tecnológicas e innovaciones en la parte alambrada, como en la inalámbrica.

**Somera Communications**

[www.somera.com](http://www.somera.com)

Ofrece soluciones de conmutación, transmisión y aplicaciones de datos inalámbricos, como soluciones integrales.

**TAQUA Systems**

[www.taqua.com](http://www.taqua.com)

Con productos como OCX (Intercambio Compacto Abierto), en plataformas de conmutación nivel 5.

**Tecore**

[www.tecore.com](http://www.tecore.com)

Compañía que ofrece una serie de opciones inalámbricas y alambradas, con CDMA, TDMA, GAIT, GPRS, etc.

**Telular**

[www.telular.com](http://www.telular.com)

Introduce soluciones de enrutamiento de bajo costo para operadores y usuarios, por medio de terminales celulares GPRS de paquetes de datos, así como teléfono celular SX4e-AWS.

**Trimble Navigation**

[www.trimble.com](http://www.trimble.com)

Innovador del sistema de posicionamiento global GPS, produce componentes avanzados de este tipo, con presencia a nivel mundial.

**V-One**

[www.v-one.com](http://www.v-one.com)

Ofrece soluciones de seguridad para datos transmitidos de manera inalámbrica, en la parte comercial y de los servicios a gobierno.

**Wave Wireless Networking**

[www.speedlan.com](http://www.speedlan.com)

Enfocada a la fabricación de venta de soluciones inalámbricas de banda ancha, para corporativos, escuelas, municipios y proveedores de servicio de Internet.

**WebTel Wireless**

[www.webtelwireless.com](http://www.webtelwireless.com)

Proveedor de servicio telefónico por Internet, se formo en 1996 ofreciendo el servicio de datos y voz, de la forma convencional y de móvil.

## Apéndice B

Abreviaciones más utilizadas en redes de telecomunicaciones.

|           |  |
|-----------|--|
| AAL       | Capa de adaptación ATM   |
| ABR       | Tasa de bits disponible  |
| ACK       | Reconocimiento   |
| ACTS      | Tecnología de comunicaciones y servicios avanzados                 |
| ADSL      | Línea de subscritor asimétrica                                     |
| AMPS      | Sistema de telefonía móvil avanzada                                |
| ARQ       | Petición de repetición automática                                  |
| ATM       | Modo de transferencia asíncrono                                    |
| BER       | Tasa de bits de error  |
| BPSK      | Corrimiento binario de fase  |
| BRAN      | Red de radio acceso de banda ancha                                 |
| BSA       | Área de servicio básica  |
| BSS       | Conjunto de servicio básico  |
| BSSID     | Identificación BSS   |
| BT        | Producto ancho de banda tiempo                                     |
| CAC       | Control de acceso al canal   |
| CBR       | Tasa de bits constante   |
| CCA       | Asignación de limpiar canal  |
| CCK       | Código complementario  |
| CDMA      | Acceso múltiple por división de código                             |
| CDPD      | Paquete celular digital de datos                                   |
| CDS       | Sistema digital celular  |
| CDV       | Variación del retraso de celda                                     |
| CEPT      | Conferencia de administración postal Europea de telecomunicaciones |
| CGI       | Interfaz común de acceso   |
| CLP       | Prioridad de pérdida de celdas                                     |
| CLR       | Relación de pérdida de celdas                                      |
| CM        | Modulo de control  |
| CPFSK     | Corrimiento continuo de fase y frecuencia                          |
| CPM       | Modulación continua de fase  |
| CRC       | Ciclo de redundancia cíclica                                       |
| CSMA      | Acceso múltiple por censado de portadora                           |
| CSMA / CA | CSMA evitando colisiones   |
| CSMA / CD | CSMA con detección de colisiones                                   |
| CTD       | Retraso de transferencia de celdas                                 |
| CTIA      | Asociación de la industria de telecomunicaciones celulares         |
| CTS       | Limpiar para enviar  |
| D-AMPS    | Sistema de telefonía digital móvil avanzado                        |
| DAVIC     | Consejo digital audio-visual                                       |
| DBPSK     | Corrimiento diferencial binario de fase                            |
| DBu       | Unidad de decibel  |
| DCF       | Función de coordinación distribuida                                |
| DCLA      | Ajuste de dirección actual de nivel                                |
| DECT      | Telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón                  |



|          |  |
|----------|--|
| DFE      | Decisión de ecualización por retroalimentación                 |
| DFIR     | Infrarrojo difuso  |
| DSL      | Línea de subscriber digital                                    |
| DSSS     | Espectro extendido de secuencia directa                        |
| DTIM     | Liberación TIM   |
| EIRP     | Potencia de radiación isotópica equivalente                    |
| ESMR     | Radio móvil especializado mejorado                             |
| ESS      | Conjunto de servicios extendidos                               |
| ESSID    | Identificación ESS   |
| ETSI     | Instituto de estándares de telecomunicaciones Europeo          |
| FCC      | Comisión federal de comunicaciones                             |
| FCS      | Verificador de marco de secuencia                              |
| FDD      | División de frecuencia dúplex                                  |
| FDMA     | Acceso múltiple por división de frecuencia                     |
| FEC      | Re-envío de corrección de error                                |
| FHSS     | Frecuencia de salto de espectro extendido                      |
| FM       | Frecuencia modulada  |
| GEO      | Orbita terrestre geoestacionaria                               |
| GFC      | Control de flujo genérico                                      |
| GMSK     | Máximo corrimiento de fase Gaussiana                           |
| GPSK     | Corrimiento de fase Gaussiana                                  |
| GSM      | Sistema global para comunicaciones móviles                     |
| HEC      | Encabezado de control de error                                 |
| HF       | Alta frecuencia  |
| HIPERLAN | LAN de alta eficiencia   |
| HLR      | Registro de localización casera                                |
| HTML     | Lenguaje de marcado de hipertexto                              |
| IBSS     | Conjunto básico de servicio independiente                      |
| IEC      | Comisión electrónica internacional                             |
| IEEE     | Instituto de ingenieros electrónicos y electricistas           |
| IETF     | Fuerza de tarea de ingeniería para Internet                    |
| IS-136   | Estándar interno para TDMA                                     |
| IS-41    | Estándar interino, para direccionamiento de señales y traspaso |
| IS-54    | Estándar interno para D-AMPS                                   |
| IS-95    | Estándar interno para CDMA                                     |
| ISA      | Estándar de la arquitectura en la industria                    |
| ISM      | Banda de frecuencia medica- científica-industrial              |
| ISP      | Proveedor de servicios de Internet                             |
| ITU      | Unión internacional de telecomunicaciones                      |
| LEO      | Orbita terrestre baja  |
| M-16 QAM | Modulación por cuadratura de amplitud a 64 Kbps                |
| MDPU     | Unidad de datos del protocolo MAC                              |
| MIRS     | Sistema de radio integrado Motorola                            |
| MPEG     | Grupo de expertos en imágenes en movimiento                    |
| MSC      | Centro de conmutación móvil                                    |
| MSK      | Corrimiento mínimo   |
| MTSO     | Oficina móvil conmutada de telefonía                           |
| N-AMPS   | Servicio telefónico móvil avanzado de banda angosta            |
| NAMTS    | Sistema móvil Japonés  |

|             |  |
|-------------|--|
| NASA        | Administración nacional de aeronáutica y espacio                   |
| NAV         | Vector de asignación de red  |
| NDIS        | Especificación del manejador de la interfaz de red                 |
| NIC         | Interfaz de la tarjeta de red                                      |
| NMAC-PC     | Acceso de comunicación móvil multimedia – promoción de control     |
| NMT-450     | Telefonía móvil Nórdica de 450 MHz                                 |
| NMT-900     | Telefonía móvil Nórdica de 900 MHz                                 |
| NNI         | Interfaz de red a red  |
| NRL         | Tiempo de vida residual normalizado                                |
| OFDM        | Multiplexión por división de frecuencia ortogonal                  |
| OSI         | Sistema abierto de interconexión                                   |
| OSPF        | Ruta abierta corta de re-envío                                     |
| PC          | Computadora personal   |
| PCCA        | Asociación de comunicaciones y cómputo portátil                    |
| PCF         | Función de coordinación punto                                      |
| PCI         | Componente de interconexión periférico                             |
| PCM         | Modulación por código de pulsos                                    |
| PCMCIA      | Asociación internacional de tarjetas de memoria de PC's personales |
| PCS         | Sistema de comunicación personal                                   |
| PHS         | Física   |
| PIFS        | Espacio inter marco PCF  |
| PLCP        | Protocolo de convergencia de la capa física                        |
| PM          | Modulación de fase   |
| PMD         | Dependencia física del medio                                       |
| PNNI        | NNI Privada  |
| PPDU        | Unidad de datos del protocolo PLCP                                 |
| PPM         | Modulación por posición de pulso                                   |
| PT          | Tipo payload   |
| QAM         | Modulación por amplitud de cuadratura                              |
| QoS         | Calidad de servicio  |
| QPSK        | Corrimiento de fase cuaternaria                                    |
| RF          | Radio frecuencia   |
| RS          | Salomón Rojo   |
| RTDMA       | TDMA versión China   |
| RTS         | Petición de envío  |
| SFD         | Delimitador de inicio de marco                                     |
| SIFS        | IFS corto  |
| SMR         | Radio móvil especializado  |
| SOHO        | Oficina pequeña en casa  |
| SONET OC-3  | OC-3 es igual 155 Mbps y la red óptica síncrona                    |
| STP         | Par trenzado blindado  |
| SWAP        | Protocolo de acceso inalámbrico compartido                         |
| TACS        | Sistemas de comunicación de acceso total                           |
| TCP         | Protocolo de control de transmisión                                |
| TDD         | División de tiempo dúplex  |
| TDMA IS-136 | TDMA Para IS-136   |
| TDMA        | Acceso múltiple por división de tiempo                             |
| TIA         | Asociación de la industria de las telecomunicaciones               |
| TIM         | Mapa de indicación de tráfico                                      |

|        |  |
|--------|--|
| UBR    | Tasa de datos sin especificar                        |
| UHF    | Ultra alta frecuencia                                |
| UM     | Modulo de usuario                                    |
| UMTS   | Sistema móvil de telecomunicaciones universal        |
| UNI    | Interfaz de usuario de red                           |
| USB    | Bus serial universal                                 |
| UTP    | Par trenzado sin blindar                             |
| U-UNI  | Infraestructura de información nacional sin licencia |
| VBR    | Tasa de datos variable                               |
| VC     | Circuito virtual                                     |
| VCI    | Identificador de circuito virtual                    |
| VLR    | Registro de localización de visitante                |
| VP     | Trayectoria virtual                                  |
| VPI    | Identificador de trayectoria virtual                 |
| VSAT   | Apertura de terminal muy pequeña                     |
| W3C    | Consorcio mundial de Web                             |
| WAP    | Aplicación de protocolo inalámbrico                  |
| W-CDMA | CDMA inalámbrico                                     |
| WDF    | Foro inalámbrico de datos                            |
| WECA   | Alianza de compatibilidad inalámbrica Ethernet       |
| WEP    | Equivalente privado alambrado                        |
| WLANA  | Alianza de LAN's inalámbricas                        |
| WLIF   | Foro de interoperabilidad de LAN's inalámbricas      |
| WLL    | Lazo local inalámbrico                               |
| WWW    | Web mundial  |
| XML    | Lenguaje extendido de marcado.                       |

## Apéndice C

### Organismos Internacionales de Estándares

#### ITU

[www.itu.ch](http://www.itu.ch)

En el nuevo milenio, ITU continua revisando y ajustando sus prioridades y está trabajando en métodos que aseguren, que continua siendo responsable y relevante de frente a los cambios rápidos en el ambiente global internacional. Así como el mundo confía más en las telecomunicaciones y las tecnologías emergentes, aplicadas en el comercio, las comunicaciones y el acceso a la información. El papel de la ITU en la políticas globales se torna vital.

#### ISO

[www.iso.ch/welcome.html](http://www.iso.ch/welcome.html)

Organización Internacional de Estandarización, es fácil de identificar sus estándares que llevan nombres como ISO 9000 e ISO 14001, donde están plasmados todos los requerimientos que deben de cumplir los servicios o productos bajo este tipo de estándar. Gracias a estas reglas bien establecidas se puede adquirir tecnología de diversas marcas y proveedores con la certeza de que van a operar de manera adecuada.

#### Foro ATM

[www.atmforum.com](http://www.atmforum.com)

El foro ATM es una comunidad de expertos que trabajan en la evolución de la nueva generación de redes, en este caso particular ATM y su participación con IP, Frame Relay, DSL, etc. En este momento el foro se está enfocando a la convergencia de voz, datos e imágenes.

#### IETF

[www.ietf.cnri.reston.va.us/home.html](http://www.ietf.cnri.reston.va.us/home.html)

La Fuerza de Trabajo de los Ingenieros Eléctricos, desarrolla su trabajo actualmente en grupos que son organizados por tópico en varias áreas (por ejemplo, enrutamiento, seguridad, transporte, etc.). Mucho del trabajo manejado se hace por medio de listas de correo. El IETF maneja reuniones tres veces al año.

#### Foro ADSL

[www.adsl.com](http://www.adsl.com)

El foro DSL presenta lo último en el desarrollo de esta tecnología, el acceso a este foro vía WEB puede hacerse en modo texto, o de manera gráfica, para lo cual se debe bajar un programa de visualización animada de manera gratuita. Al igual que el foro ATM se estudia el futuro y las aplicaciones DSL en sus diversas variantes.

#### AIW

[www.raleigh.ibm.com](http://www.raleigh.ibm.com)

Los miembros de AIW participan en la facilidad y disponibilidad, así como la completa interoperabilidad de los productos de alta calidad APPN, de una amplia variedad de vendedores, este foro sirve para compartir información acerca de APPN, las implantaciones y experiencias de los clientes, ayudan a resolver sus problemas y se promueve el uso de APPN.

## DAVIC

[www.cnm.bell-atl.com](http://www.cnm.bell-atl.com)

El siglo pasado, las compañías de teléfonos Bell, conocidas como compañías regionales de operación Bell (RBOC) – frecuentemente referidas como las “Baby Bells” tuvieron un desarrollo sorprendente en América, tal es el caso que un grupo muy reducido de estas compañías de telecomunicaciones controlan el mercado americano, los productos que ofrecen incluyen, comunicaciones inalámbricas, directorios de publicidad y de usuarios, larga distancia, cable y televisión digital, así como los servicios de información e Internet.

## ACM

[www.acm.org](http://www.acm.org)

Fundada en 1947. ACM es la fuerza principal que describe los avances y habilidades de los profesionales y estudiantes en tecnología de información. Actualmente, cuenta con 75,000 miembros y publica artículos de la industria del cómputo, conferencias, etc.

## ANSI

[www.ansi.org](http://www.ansi.org)

La versión de ANSI en línea provee el acceso conveniente de información relevante de la Federación ANSI y de lo último en actividades nacionales e internacionales, que tratan con lo relacionado a estándares, un ejemplo de un estándar ANSI es el código usado para escritura de caracteres de cómputo.

## CEPT

[www.eto.dk](http://www.eto.dk)

Al final del año 2000, se dio una reorganización dentro de CEPT, decidiéndose que las funciones de este organismo fueran llevadas fuera de la Oficina Europea de Telecomunicaciones y el staff se transfirió, a la Oficina de Radiocomunicaciones Europea.

A partir de enero de 2001, las funciones de ETO, están bajo la responsabilidad del director de ERO.

## ECMA

[www.ecma.ch](http://www.ecma.ch)

Organización que tuvo su origen en 1959, pero que fue formalizada en una reunión en 1960, en Bruselas. Está formada por las sociedades manufactureras de cómputo en Europa, en principio se llevo el nombre de Asociación Europea de Manufactura de Cómputo, actualmente se le agrego a la asociación el termino internacional HECMA.

## ETSI

[www.etsi.fr/infocentre](http://www.etsi.fr/infocentre)

Instituto Europeo de Normas en Telecomunicaciones

## IEE

[www.iee.org.uk](http://www.iee.org.uk)

Fundada en 1871, la IEE es la sociedad de ingeniería más grande en Europa con miembros alrededor del mundo (140,000).

IEEE

[www.ieee.org:70/0/pub/ieeestds.html](http://www.ieee.org:70/0/pub/ieeestds.html)

La IEEE, es una asociación técnica profesional con más d 377,000 miembros en 150 países. El nombres completo es Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, es más conocida como IEEE.

## Apéndice D

En esta parte se describe con detalle el equipo utilizado en las cinco etapas que conforman la red de alta velocidad de la UAM – Iztapalapa, también se encuentran al final una serie de tablas comparativas de costos y cantidad de puertos.

### La fase 0

| Cantidad | Descripción   | Precio unitario | Total     |
|----------|---|-----------------|-----------|
| 5        | 6C105 SmartSwitch 6000 chasis modular con 5 ranuras de expansión, utiliza dos fuentes de energía.   | 2,201.33        | 11,006.65 |
| 5        | 6C205-3 fuente de poder de 510 Watt AC (100 a 250 Volts) para el equipo 6C105   | 907.73          | 4,538.65  |
| 5        | 6H252-17 Modulo de alta eficiencia 10/100 Fast Ethernet, para el 6C107 con 16-puertos vía interfaces RJ45 y una ranura para alta velocidad para el enlace en fibra (VHSIM). | 4,773.83        | 23,869.15 |
| 5        | HSIM-FE6 Interfaz de alta velocidad Fast Ethernet (HSIM) con dos ranuras FEPIM. Se compran por separado los FEPIMs  | 951.83          | 4,759.15  |
| 5        | FE-100FX Modulo del Puerto de interfaz Fast Ethernet (PIM), para fibra multi-modo y conector tipo SC  | 532.88          | 2,664.4   |
| 3        | SSR-2000, con 16 puertos de 10 / 100 en RJ45, así como 8 puertos en fibra   | 10,092.98       | 30,278.96 |
|          |   |                 |           |
|          | Subtotal de productos   |                 | 77,116.96 |
|          | Subtotal de mantenimiento   |                 | 8,000.00  |
|          | Total   |                 | 85,116.96 |

### Fase 1

| Cantidad | Descripción   | Precio unitario | total    |
|----------|---|-----------------|----------|
| 2        | 6C107 Chasis Matrix de 7 ranuras, requiere 20 Amp de salida por fuente.   | 3,469.25        | 6,938.50 |
| 4        | 6C207-1 Fuente de entrada AC, modular para el 6C107, requiere de una toma de corriente de 20 Amp.   | 990.17          | 3,960.68 |
| 5        | 6C205-3 Fuente de 510 Watt AC (100 a 250 Volts), para el SmartSwitch 6000 (6C105)   | 612.44          | 3,062.20 |
| 2        | 6H252-17 Modulo de alta eficiencia 10/100 Fast Ethernet, para el 6C107 con 16-puertos vía interfaces RJ45 y una ranura para alta velocidad para el enlace en fibra (VHSIM). | 3,223.56        | 6,447.12 |

|    |  |          |            |
|----|--|----------|------------|
| 2  | HSIM-FE6 Interfaz de alta velocidad Fast Ethernet (HSIM) con dos ranuras FEPIM. Se compran por separado los FEPIMs.  | 641.77   | 1,283.54   |
| 10 | FE-100FX Modulo del Puerto de interfaz Fast Ethernet (PIM), para fibra multi-modo y conector tipo SC.  | 359.40   | 3,594.00   |
| 18 | 6H302-48 Tarjeta de 48 puertos RJ45 10/100 conmutados para los modelos 6C107/6C105   | 6,449.13 | 116,084.34 |
| 1  | VH-4802 48 10/100 RJ45 puertos y 2 ranuras de enlace para tarjetas de 10/100/1000 Mbps, que incluye agente de administración, sólo para el equipo, no se puede apilar. | 1,976.64 | 1,976.64   |
| 1  | VHIM100-S2MFX modelo serie horizonte vertical. 2 puertos MMF 100BaseFX   | 359.38   | 359.38     |
| 1  | NETSIGHT-EM NetSight Element Manager Version 2.2.1 for Windows for NETSIGHT-EM.  | 2,981.80 | 2,981.80   |
| 1  | NETSIGHT-EM-TM NetSight Switch and Topology Manager for NETSIGHT-SM-TM   | 6,623.92 | 6,623.92   |
|    |  |          |            |
|    | Subtotal de productos  |          | 153,312.12 |
|    | Subtotal de mantenimiento  |          | 34,731.45  |
|    | Total  |          | 188,043.57 |

La segunda fase del proyecto de cinco fases, considera el equipo que sería necesario para construir el backbone de la red LAN en forma de delta, así como el ruteo necesario entre los diferentes conmutadores conectados a la delta.

## Fase 2

| Equipo de la delta en Gigabit Ethernet |  |                 |           |
|--|--|-----------------|-----------|
| Cantidad                               | Descripción  | Precio unitario | Total     |
| 3                                      | SSR-16 SmartSwitch Router (SSR) 8600 16 slot base-system including chassis, backplane, modular fan, and a single switch fabric module (SSR-SF-16) requires ne. | 4,991.83        | 14,975.49 |
| 6                                      | SSR-PS-16 Power supply for the SmartSwitch Router (SSR) 8600.  | 1,495.80        | 8,974.80  |
| 3                                      | SSR-SF-16 Switch fabric module for the SSR 8600. One-module ships with the base system (SSR-16). Order only if second is required for redundancy.              | 2,494.66        | 7,483.98  |
| 6                                      | SSR-CM2-64 New SmartSwitch Router (SSR) 8000 and 8600 control module with 64 MB memory.  | 4,492.39        | 26,954.34 |
| 6                                      | SSR-MEM-128 New SSR 8000 and 8600 CM2 memory upgrade kit (for CM2 series only).  | 996.36          | 5,978.16  |
| 3                                      | SSR-RS-ENT SmartSwich Router Services for L2, L3, L4 switching and IP (RIPv2, OSPF) IPX (RIP/SAP) routing, includes, core watch. One                           | 1,995.23        | 5,985.69  |



|    |  |          |            |
|----|--|----------|------------|
|    | required with every SSR chassis.   |          |            |
| 3  | SSR-PCMCIA SSR 8000 and 8600 8MB PCMCIAA card (ships with SSR-RS-ENT, second required for redundant CM configuration).   | 247.22   | 741.66     |
| 3  | SSR-HTX32-16 SSR 8000/8600 16 ports 10/100 module.   | 3,493.53 | 10,480.59  |
| 6  | SSR-GLX29-02-AA 2-port 1000BaseLX module for the SmartSwitch Router, SCLX ports (for MMF or SMF), and 16 MB of memory (supporting up to 2,000,000 flows per SSR system). | 5,740.00 | 34,440.00  |
| 6  | SSR-HFX21-08-AA 8 port 100BaseFX module for the SmartSwitch Router, MMF SC ports, and 16 MB of memory (supporting up to 2,000,000 flows per SSR system).                 | 5,990.69 | 35,944.14  |
| 12 | 9380408 Cable SC a SC 62.5 Micron de 3 metros  | 74.64    | 895.68     |
| 2  | 6700083 Barrel duplex SC a ST  | 37.49    | 74.98      |
| 36 | 9342124-3M (2) ST a (1) SC M.M. fibra y PVC  | 18.02    | 648.72     |
| 54 | 9380515-3 62.5 Micrón multimode MTRJ-ST de 3 metros.   | 29.51    | 1,593.54   |
|    |  |          |            |
|    | Subtotal de productos  |          | 155,171.77 |
|    | Subtotal de mantenimiento  |          | 33,470.25  |
|    | Total  |          | 188,642.02 |

La tercera fase del proyecto considera los equipos periféricos que están aislados con poca densidad de puertos, que se interconectan con los conmutadores troncales de la red principal.

### Fase 3

| Cantidad | Descripción   | Precio unitario | Total    |
|----------|---|-----------------|----------|
| 3        | 6C105 SmartSwitch 6000 chasis modular con 5 ranuras de expansión, utiliza dos fuentes de energía.   | 2,201.33        | 6,603.99 |
| 6        | 6C205-3 fuente de poder de 510 Watt AC (100 a 250 Volts) para el equipo 6C105.  | 907.73          | 5,446.38 |
| 1        | 6H252-17 Modulo de alta eficiencia 10/100 Fast Ethernet, para el 6C107 con 16-puertos vía interfaces RJ45 y una ranura para alta velocidad para el enlace en fibra (VHSIM). | 4,773.83        | 4,773.83 |
| 2        | 6H352-25 Modulo de 25 puertos RJ45 10/100 conmutados con (VHSIM) – 6C105/6C107  | 4,773.83        | 9,547.66 |
| 3        | HSIM-FE6 Interfaz de alta velocidad Fast Ethernet (HSIM) con dos ranuras FEPIM. Se compran por separado los FEPIMs  | 951.83          | 2,855.49 |
| 3        | FE-100FX Modulo del Puerto de interfaz Fast Ethernet (PIM), para fibra multi-modo y conector tipo SC  | 532.88          | 1,598.64 |
| 3        | VH-4802 Equipo Unitario de 48 puertos con 2 ranuras para enlace, con tarjetas de 10/100/1000  | 2,936.33        | 8,808.99 |

|   |  |          |           |
|---|--|----------|-----------|
|   | Mbps, con un agente de administración.   |          |           |
| 2 | VHIM100-S2MFX modelo serie horizonte vertical. 2 puertos MMF 100BaseFX                       | 536,55   | 1,073.10  |
| 4 | ELS100-S24MGMT (1) ELS100-S24TX2M y (1) ELS100-SMGMT   | 1,392.83 | 5,571.32  |
| 2 | EPIM100-S2MFX 2-puertos 100Base-FX, con modulo de enlace (MMF, SC).                          | 510.83   | 1,021.66  |
| 1 | ELS100-S72BNDL de 72 puertos 10/100: (3) ELS100-S24TX2M, (1) ELS100-SMGMT y (3) ELS100-STACK | 4,700.33 | 4,700.33  |
|   |  |          |           |
|   | Subtotal de productos  |          | 52,001.39 |
|   | Subtotal de mantenimiento  |          | 8,698.80  |
|   | Total  |          | 60,700.19 |

La última fase de este proyecto permite colocar las tarjetas de 48 puertos modulares 10/100 conmutadas, en los equipos que demandan más nodos con el fin de migrar totalmente la red de cómputo. Es importante comentar que existió una etapa cero, que funcionaba con parte de la red compartida, esto es, se utilizaron los gabinetes para puertos conmutados, así como 3 ruteadores a 100 Mbps.

Otra cantidad que no se incluye en estas etapas es la aportación de dos instancias independientes que adquirieron 3 tarjetas de 48 puertos, por un total de **(32,775.00 dólares)**.

#### Fase 4

| Cantidad | Descripción   | Precio unitario | Total      |
|----------|---|-----------------|------------|
| 1        | 6C107 Chasis Matrix de 7 ranuras, requiere 20 Amp de salida por fuente.   | 3,469.25        | 3,469.25   |
| 2        | 6C207-1 Fuente de entrada AC, modular para el 6C107, requiere de una toma de corriente de 20 Amp.                                   | 990.17          | 1,980.34   |
| 1        | 6H352-25 Modulo de 25 puertos RJ45 10/100 conmutados con (VHSIM) – 6C105/6C107  | 4,773.83        | 4,773.83   |
| 1        | HSIM-FE6 Interfaz de alta velocidad Fast Ethernet (HSIM) con dos ranuras FEPIM. Se compran por separado los FEPIMs                  | 951.83          | 951.83     |
| 1        | FE-100FX Modulo del Puerto de interfaz Fast Ethernet (PIM), para fibra multi-modo y conector tipo SC                                | 532.88          | 532.88     |
| 17       | 6H302-48 Tarjeta de 48 puertos RJ45 10/100 conmutados para los modelos 6C107/6C105  | 6,449.13        | 109,635.21 |
| 6        | VH-4802 Equipo Unitario de 48 puertos con 2 ranuras para enlace, con tarjetas de 10/100/1000 Mbps, con un agente de administración. | 2,936.33        | 17,617.98  |
|          |   |                 |            |
|          | Subtotal de productos   |                 | 138,961.32 |
|          | Subtotal de mantenimiento   |                 | 18,080.1   |
|          | Total   |                 | 157,041.42 |

Instalar tecnología ATM como se tenía proyectado previamente ocasionaba el siguiente costo:

| Compañía                 | FORE    | IBM     | INTERSYS  | TELESCAPE | CABLETRON | RED UNO |
|--------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Costo sin IVA            | 512,718 | 510,670 | 919,349   | 348,874   | 441,977   | 749,791 |
| Total en dólares con IVA | 589,626 | 587,270 | 1,057,251 | 401,205   | 508,274   | 862,260 |
|                          |         |         |           |           |           |         |
|                          |         |         |           |           |           |         |
| Puertos                  | OC12    | OC3     | 100BTX    | 10/100BTX | 10BaseT   | Total   |
| RED UNO                  | 12      | 37      | 36        | 72        | 1,176     | 1,333   |
| CABLETRON                | 12      | 52      | 220       | 0         | 698       | 982     |
| INTERSYS                 | 8       | 20      | 49        | 204       | 700       | 981     |
| TELESCAPE                | 8       | 50      | 30        | 96        | 648       | 832     |
| IBM                      | 12      | 61      | 0         | 288       | 224       | 585     |
| FORE                     | 7       | 48      | 0         | 136       | 48        | 239     |

La marca que ofrecían la compañía RED UNO e INTERSYS fue (CISCO), IBM ofrecía equipo re-etiquetado de XYLAN, tanto FORE como CABLETRON ofrecían equipo de su marca.

La cantidad de puertos que se obtiene con la decisión ejecutada por etapas es la siguiente:

### Distribución por Tipo de Puerto

| E. | 10/100 BTX | 100 BFX | 1000 BLX |
|----|------------|---------|----------|
| 0  | 152        | 30      |          |
| 1  | 942        | 5       |          |
| 2  | 48         | 48      | 12       |
| 3  | 290        | 6       |          |
| 4  | 1413       | 8       |          |

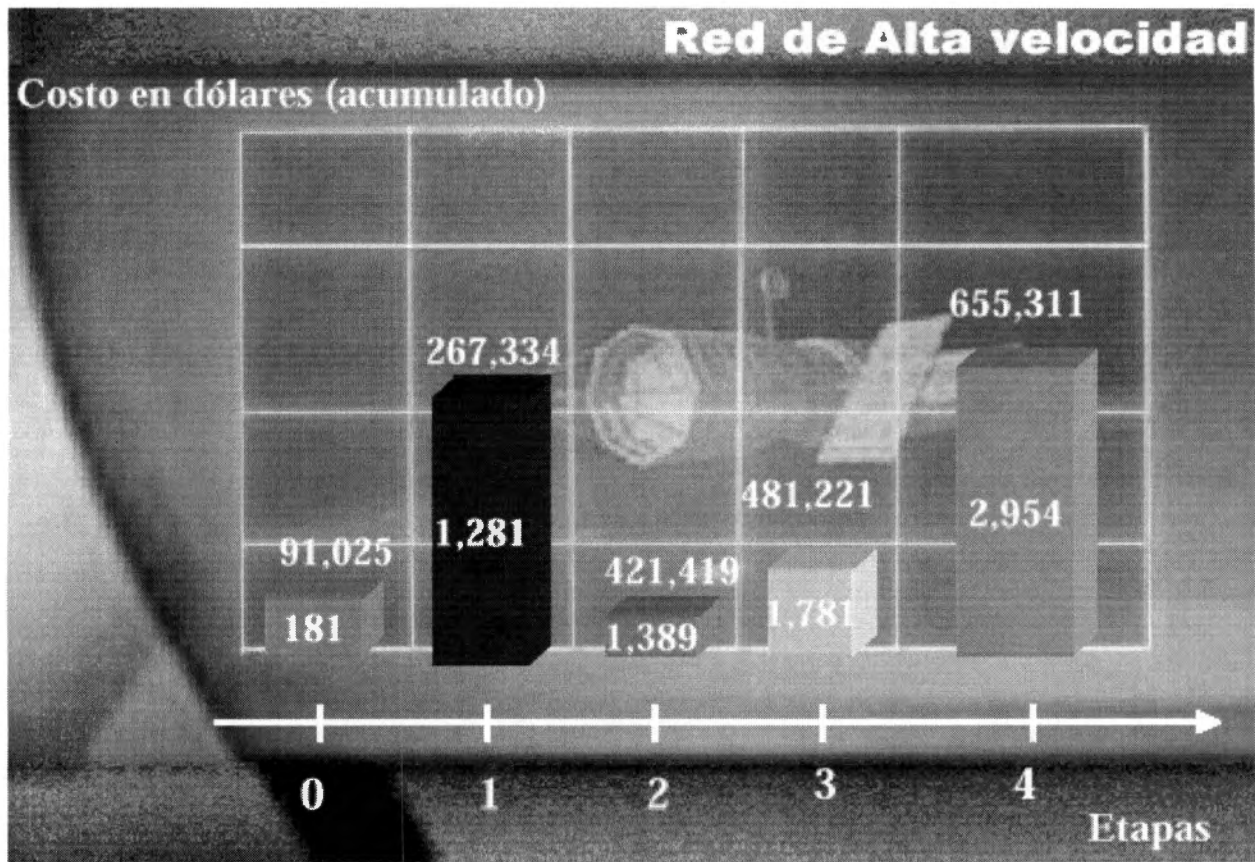
**2,845 ptos. 10/100 BTX**

**97 ptos. 100 BFX**

**12 ptos. 1000 BLX**

**Total 2,954 ptos.**

El costo de cada etapa se sintetiza en la siguiente figura, donde el mantenimiento se pone por separado (118,427.69 dólares) porque este se negocia con un costo cero el primer año, así como la instalación del equipo (23,000 dólares).



Como se puede apreciar el costo total de 655,311 dólares, con un desglose por etapas deja ver el proceso de trabajo, algo que es digno de resaltar es que los costos se negociaron con un 50% de descuento por el acuerdo que existía de cooperación mutua.