

La tecnología ATM o Modo de Transferencia Asíncronico es una evolución de los métodos anteriores de transporte de información, la cual aprovecha las mejores características de cada una de ellas para lograr la mayor eficiencia en el uso del ancho de banda y para transportar cualquier tipo de tráfico sin importar su naturaleza.

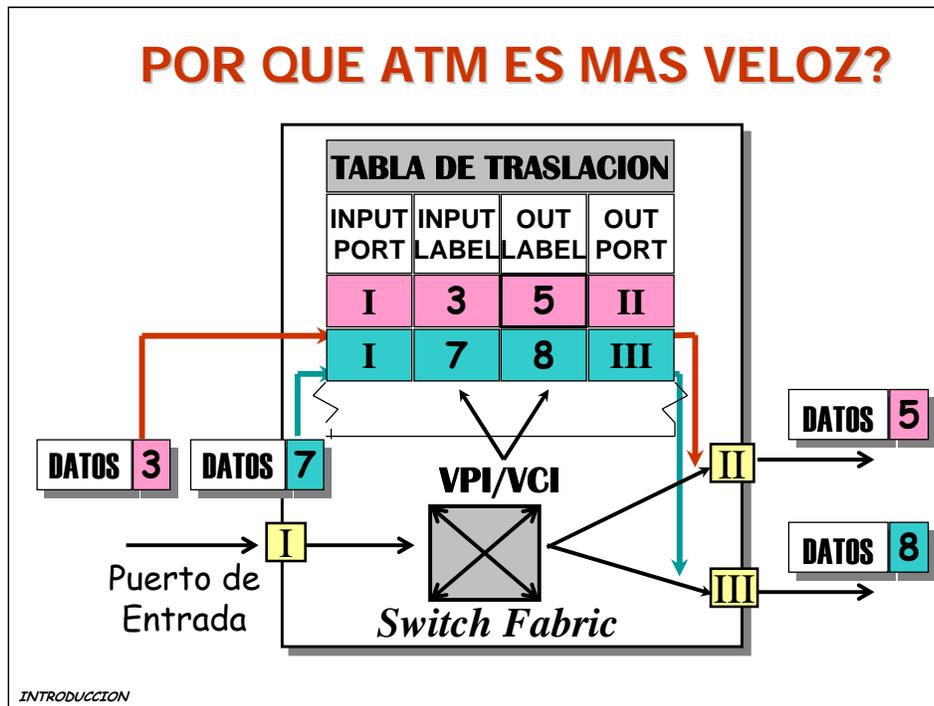
ATM conserva el concepto de unidades de información de tamaño constante de TDM, la cual con sus time slots o ranuras de tiempo de longitud fija de 8 bits a una velocidad de 64 Kbps permite transportar voz, datos y video de calidad sin problemas. Este sistema es el actualmente usado para el transporte voz en redes de telefonía pública, y en el transporte de tráfico unificado de PBXs privadas, segmentos LAN y algún sistema de videoconferencia hasta 384 Kbps en redes empresariales usando multiplexores de acceso TDM sobre líneas dedicadas.

ATM define una unidad fija de transporte de 53 bytes, en donde 48 bytes son dedicados para el transporte de cualquier tipo de información. La longitud fija de los datos permite obtener retardos más precisos y constantes para las aplicaciones que son sensibles o dependientes al retardo como son las transmisiones de voz y vídeo de tiempo real.

ATM utiliza también el enfoque de Frame Relay al usar información de cabecera en cada una de las unidades de información, para que ésta transite autonomamente en cada nodo de la red. Frame Relay es una tecnología de re-transmisión o Relay de paquetes a alta velocidad de longitud variable orientada a transportar datos en forma eficiente que las actuales redes de basadas en routers.

Como veremos más adelante, tanto en redes con ATM o Frame Relay, los paquetes en cada nodo de la red son procesados a nivel de la información de encabezamiento y no de los datos del usuario, logrando un menor tiempo de tránsito y luego una capacidad mayor para re-transmitir datos, que las redes de routers. Pero a diferencia de ATM, Frame Relay fue creado para el transporte de datos, aunque existen algunas soluciones propietarias para el transporte de voz, su calidad es baja debido a que los paquetes de voz son considerados paquetes de datos de longitud fija y no asegura un bajo retardo o calidad de servicio en el transporte.

Resumiendo, ATM la podemos catalogar como una tecnología de conmutación rápida de paquetes que tienen longitud fija y corta, ya que conserva la longitud fija de unidad de información de TDM y el uso del encabezamiento de paquete de Frame Relay.



ATM es más veloz porque el procesamiento de las unidades de información en el área de control del switch ATM es más simple que en otras tecnologías como Frame Relay o en los routers de paquetes.

Los procesadores del switch sólo analiza el encabezamiento de la celda y dejan pasar la información del usuario sin analizar contenido ni chequeo de errores, relegando esta tarea a los terminales fuente y destino. El procesamiento de la celda es el siguiente, según se observa en la figura: las celdas que llegan al puerto de entrada **I** son analizadas por procesadores dedicados que extraen del encabezamiento de la celda el identificador de la conexión, luego este identificador junto con el número del puerto de entrada, extraen de la *tabla de traslación*, el nuevo valor del identificador de la conexión junto al nuevo valor del puerto saliente, para el ejemplo el puerto de salida **II** o **III**.

Cada vez que una celda pasa por un switch este le cambia el identificador de conexión porque pasa a otro enlace, así mismo el nuevo valor de puerto es necesario para que el switch sepa hacia que troncal el switch debe conmutar la celda.

Pero el factor que más contribuye a la sencillez de los procesos de conmutación es el hecho de usar tamaños fijos de información, ya que de esta forma se conoce en forma precisa donde comienza la siguiente celda sin necesidad de detectar los bytes de fin paquete.

A nivel de implementación estas funciones se realizan masivamente en Hardware más que en Software, usando procesadores dedicación exclusiva, lo que implica mayor velocidad de procesamiento y menor estadía de la celda en el switch.

Con estas capacidad de conmutación un switch de 2.5 Gbps de Throughput, por ejemplo, es capaz de procesar 5,8 millones de celdas de 53 bytes cada segundo, lo cual es muy superior a la velocidad de conmutación del router más veloz que manejan hasta 500.000 paquetes de 64 bytes, y eso haciendo la comparación con un switch pequeño, que decir de un switch que maneje un Terabit por segundo.

Sin embargo, ATM es posible gracias a la mejora en los medios físicos de transmisión. Antes sólo existían los pares telefónicos de cobre no apropiados para transmitir a alta velocidad, pero ahora los eficientes sistemas de transmisión como fibra óptica, cable trenzado UTP y microondas con baja proporción de errores de bits, es el medio ideal para lograr mayor velocidad con menos tasa de errores que induzcan a retransmisiones de paquetes.



El término Asincrónico dentro de la sigla ATM, puede causar desconcierto respecto a que si el concepto de sincronismo de reloj que se viene aplicando en las actuales redes de telefonía se pierde o ya no tiene sentido en ATM.

El término de Asincronismo de ATM no tiene que ver nada con el sistema reloj sino acerca de la manera de como las fuentes de información accesan al medio de transporte sea este un enlace de 2, 34, 155 Mbps, etc. Para aclarar mejor este concepto, las siguientes dos diapositiva explica lo que sucede con el acceso al medio tanto en TDM como en ATM.

TDM es una tecnología que se emplea para transmitir paquetes de voz, datos y video a larga distancia, en donde primero se establece una conexión o ruta, luego se transmiten los datos y finalmente se desconecta cuando los dos puntos terminales han concluido de conversar o transmitir. En esta filosofía el ancho de banda asignado a la conexión se reserva durante todo el tiempo que dure la comunicación aún cuando realmente no se estén transmitiendo datos.

Además sobre una TDM, el transporte de información se hace dividiendo el ancho de banda del enlace en unidades fundamentales de transmisión llamadas *time slots* o ranuras de tiempo, representados por vagones de un tren en la figura, las cuales llevan información ya sea de voz, datos o vídeo de los usuarios. Estos Time Slots están etiquetados con un valor entre 1 y N, y están organizados secuencialmente a nivel de temporal uno tras otro. Este tren, llamado técnicamente una trama, se repite exactamente cada tiempo T , por lo que secuencialmente la información del usuario viajará siempre en el mismo puesto durante el tiempo de una conexión.

TDM conocido también como STM o modo de transferencia sincrónico, asigna a cada vagón en forma síncrona o determinística, una fuente de tráfico ya sea de voz, datos o vídeo, sin importar si hay o no información para transportar, lo cual representa un desperdicio de ancho de banda. Esta situación se presenta comúnmente en el tráfico de datos de las redes de computadores, las cuales son de naturaleza por ráfagas, o sea un alto tráfico pico aleatorio de corta duración. Si asignamos un vagón una conexión de este tipo tráfico, el mismo vagón no podrá ser aprovechada por otra fuente en los momentos de ausencia de información de la primera fuente. Es como si un puesto libre de un avión no se pueda usar por otro pasajero, si la persona que lo ha reservado no apareció en el momento de despegar el avión.

Debido al crecimiento del tráfico de datos corporativo sobre las redes públicas de transporte, se hace necesaria una tecnología de transporte que aproveche al máximo el tan costoso ancho de banda.



ATM sigue siendo sincrónico respecto al reloj, sea este interno o externo, y existe normalmente para las redes de Carriers una de entrada de reloj para la fuente de 2,048 Mbps que se extrae de las centrales telefónicas donde normalmente se instalan estos equipos.

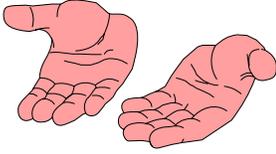
El Asincronismo de ATM se refiere a la forma aleatoria o estadística como las fuentes de información accesan el enlace de transmisión. Esto se logra gracias a que cada conexión o Time Slot dentro del enlace se identifica, valga la redundancia, con un *identificador de conexión* que va unido junto los datos. Este identificador no es una ranura de tiempo sino información real de datos de control que viajan junto a la información del usuario, que le sirven de mecanismo de enrutamiento por la red sin necesidad de una secuencia de trama.

Los datos en lugar de viajar en el vagón de un tren, viajan por camiones autónomos cada uno teniendo la información de control necesaria que le permita conducir sin problemas por la red.

Este concepto se llama Multiplexación Estadística y permite que un gran número de conexiones aleatorias se pueden asignar a un mismo enlace confiando en que estadísticamente ellas no aparecerán simultáneamente. En caso de que algunas aparezcan en forma simultánea, usando técnicas de buffering se almacena la información por un tiempo mientras haya medio de transporte libre. El Asincronismo de ATM en pocas palabras permite que la suma de los anchos de banda requeridos para todas las conexiones en un enlace puedan exceder el ancho de banda disponible para dicho enlace. Esta capacidad permite sobre-subscribir los enlaces ATM, para vender un ancho de banda mayor a la capacidad física del enlace.

QUE MÁS OFRECE ATM ?





Calidades de Servicio



Tratamiento adecuado a las aplicaciones de Voz, Datos y Vídeo

- Tolera Retardos?
- Interactivo o Diferido?
- Velocidad Fija o Variable?
- Tolera pérdida de información?

INTRODUCCION

Las tecnologías actuales no hacen una distinción entre las aplicaciones de voz, datos y vídeo, por lo que no son capaces de dar a cada tipo de tráfico el tratamiento que merece dentro de una red de transporte.

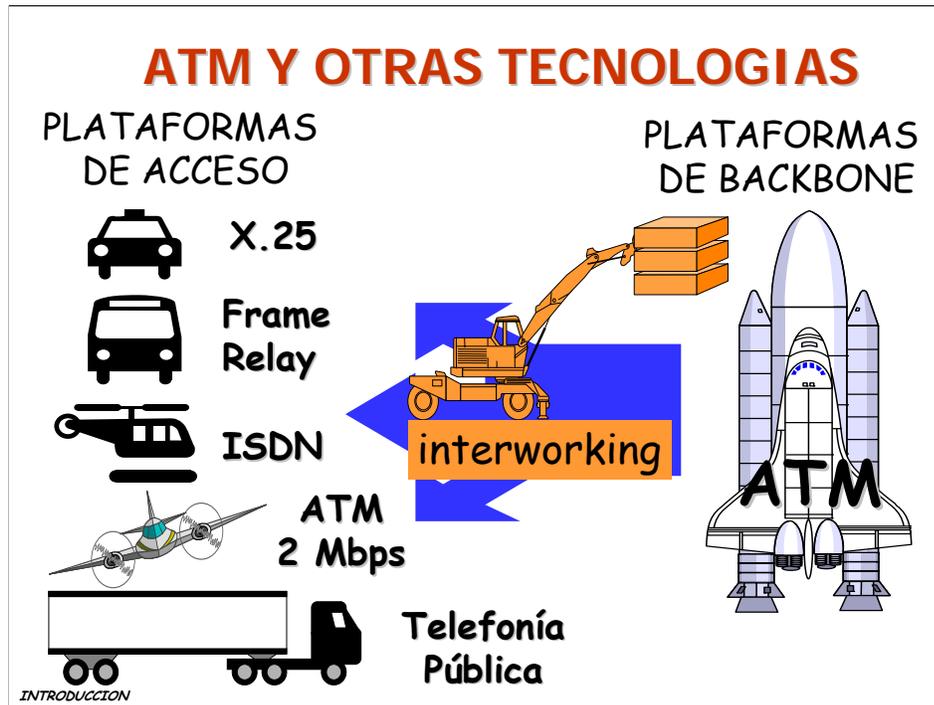
Sabemos que las aplicaciones interactivas de voz y vídeo toleran un bajo retardo en transporte y una baja variación en el arribo de unidades de información. Así mismo necesitan un ancho de banda dedicado o constante ya que la información se transmite todo el tiempo. Aunque también se aceptan un ancho de banda variable cuando se aplica compresión en línea.

Para las mismas aplicaciones de voz y vídeo pero diferidas o pre-grabadas para su posterior difusión a muchos receptores, no es vital la demora en transmisión pero sí sigue siendo importante la baja variación en el arribo de información.

Por el contrario, los datos tienen una naturaleza por ráfagas, porque genera tráfico pico de corta duración y sin una secuencia determinada. Acepta mayores retardos, y el ancho de la información no necesita ser dedicado sino que más bien está acomodado a la disponibilidad de la red.

Así mismo la pérdida de información es otro factor propio de cada aplicación. La pérdida de bytes en una transmisión de voz y vídeo no degrada notablemente el contenido de la información, ya que un leve chasquido en una conversación telefónica o un breve manchón en una imagen, no es un problema comparado con una grave pérdida de bytes de una transacción financiera cuando se transportan datos.

ATM permite definir una calidad de servicio a cada una de las aplicaciones de usuario. Como se observa en la figura, ofrece diferentes posibilidades de transporte para acomodarse a la naturaleza de cada tráfico y sobre todo al presupuesto del cliente. Otras tecnologías no ofrecen los niveles de servicio que da ATM. Frame Relay considera toda la información como datos, inclusive las interconexiones propietarias de voz, y por otro lado la tecnología TDM trata de igual forma la voz, datos y vídeo pero desperdiciando el ancho de banda de la red de transporte.



ATM no debe pensarse como tecnología rival de las tecnologías existentes como Frame Relay, TDM, X.25, etc. sino que puede coexistir pacíficamente con ellas para dar la mejor solución al usuario.

La principal razón de esta integración se debe al hecho de que existe una base instalada de equipos que se debe mantener y al hecho de que se están comenzando a desarrollar nuevos servicios a los usuarios que consuman grandes cantidades de ancho de banda.

Por lo tanto la otra parte de la próxima tarea de los Carriers, es promover su uso dentro de sus clientes creando la necesidad de nuevas aplicaciones Multimedia en red con tráfico de voz, datos y vídeo como Teletrabajo, software para Intranet, Telefonía Empresarial, que demanden mayor ancho de banda.

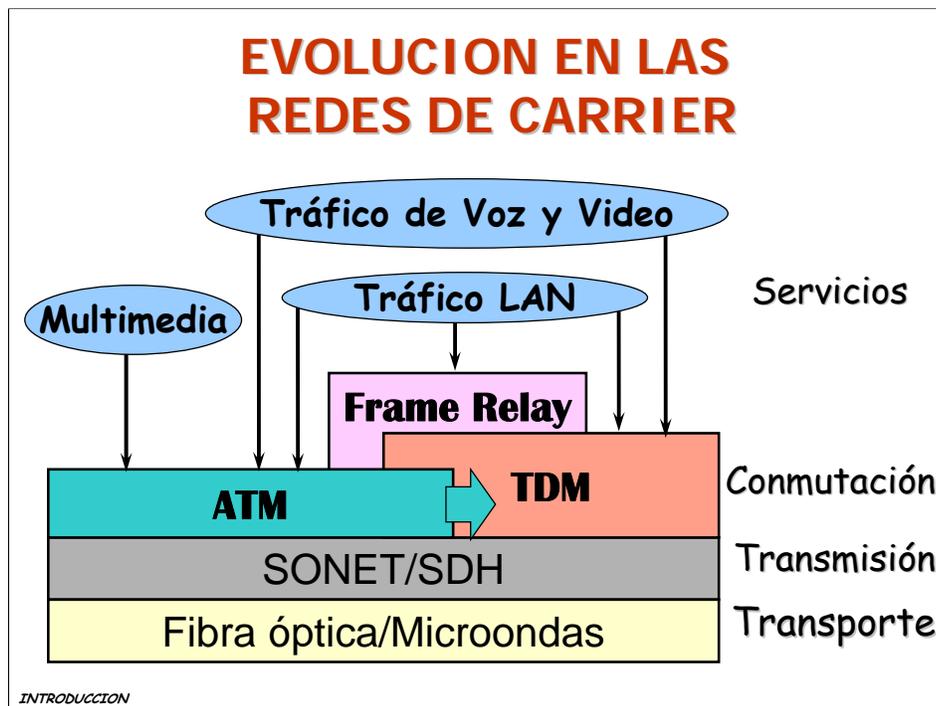
Frame Relay es actualmente la tecnología más aceptada por los usuarios por ser fácil y barata de implementar sobre el router tradicional del usuario, pero su baja capacidad de transportar voz y su incapacidad para vídeo lo colocará en posición desventajosa frente a ATM cuando el costo del equipo del usuario baje y ofrezca mayores beneficios.

Frame Relay es considerada como plataforma de acceso para aquellos pequeños sitios remotos cuya necesidades de transporte no justifique comprar equipo ATM, o porque el cubrimiento de la red ATM no llega hasta estos lugares, pero con necesidades de comunicación con la sede principal en ATM. Frame Relay se dedicará a aplicaciones exclusivas de datos a velocidades de banda angosta.

ISDN es otra plataforma de acceso que tiene la ventaja de no ser dedicada sino conmutada y por lo tanto puede llegar a otros sitios donde ni Frame Relay ni ATM alcanzan, a un costo comparablemente menor. Así mismo ATM también recoge a los usuarios de X.25 para superar los problemas de backbone presentes en las redes públicas de X.25, y para mejorar el servicio a los usuarios de X.25.

Pero a pesar de la existencia de estas tecnologías, se puede ofrecer ATM hasta el sitio del usuario para que éste aproveche las ventajas de calidad de servicio, con la introducción de concentradores ATM a baja velocidad desde los 2 Mbps en adelante, y dejando las otras tecnologías que atiendan el mercado de los 2 Mbps hacia abajo.

La integración de ATM con la telefonía pública convencional se dará más adelante cuando hayan madurado los protocolos al respecto, para que al final los switches ATM trabajen como equipo de tránsito para las centrales telefónicas locales.



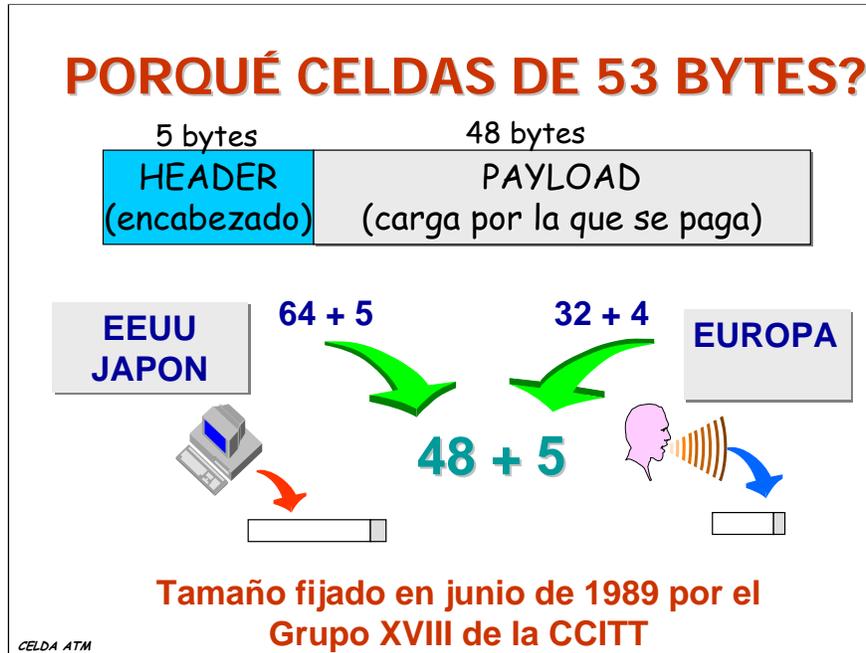
La infraestructura de una red de carrier está evolucionando hacia una torre de 4 capas para tener la mayor consistencia en la prestación de servicios extremo a extremo y de forma confiable.

La capa más inferior es la física, la cual se constituye con anillos troncales de fibra óptica o los enlaces de microondas a nivel nacional y metropolitano, incluyendo los loops o accesos hasta el usuario final. Esta infraestructura es la base física para la prestación de servicios de banda ancha, ya que los sistemas de conmutación de alta velocidad confían en una infraestructura óptica o de radio con baja probabilidad de errores. Así mismo, la solución de último kilómetro vía fibra o enlaces de radio nos permite extender la calidades de transporte hasta los linderos del cliente.

La siguiente capa está conformada por los sistemas de transmisión SDH o Sonet, la cual se acomoda a la granularidad en el ancho de banda de ATM, para lograr el mayor uso de este recurso en una red de Carrier.

La capa requerida a continuación es una red de conmutación de alta velocidad constituida por una parte de backbone o núcleo y otra de acceso. La red de backbone se diseña con un backbone ATM de alta velocidad y una red de acceso constituida por redes TDM (que transportan telefonía pública), redes Frame Relay y X.25 para el transporte de datos, pero además permitirá soportar emergentes servicios multimedia con accesos ATM a baja velocidad.

La última capa corresponde a los servicios que se prestan a los clientes. La primera clase de servicios que presta un Carrier, son los *servicios gestionados*, o sea la soluciones llave en mano que incluye la solución de último kilómetro, instalación de equipos y la gestión y mantenimiento del equipo y del servicio, todo enmarcado en un concepto de red privada virtual o VPNs, que presta además los servicios de interconexión a nivel metropolitano y nacional. Los otros son los servicios de valor agregado desarrollado sobre esta infraestructura que son los que más explotarán y justificarán el ancho de banda del backbone ATM, como son la videoconferencia multimedia en banda ancha para aplicaciones de Teletrabajo, Telemedicina y Teleducación, telefonía empresarial sobre ATM para evitar las tarifas de larga distancia, tráfico de Intranets y Extranets sobre ATM para mejorar la comunicación empresarial, Televisión sobre ATM usando estándares como MPEG II, servicios de Internet de banda ancha, etc.



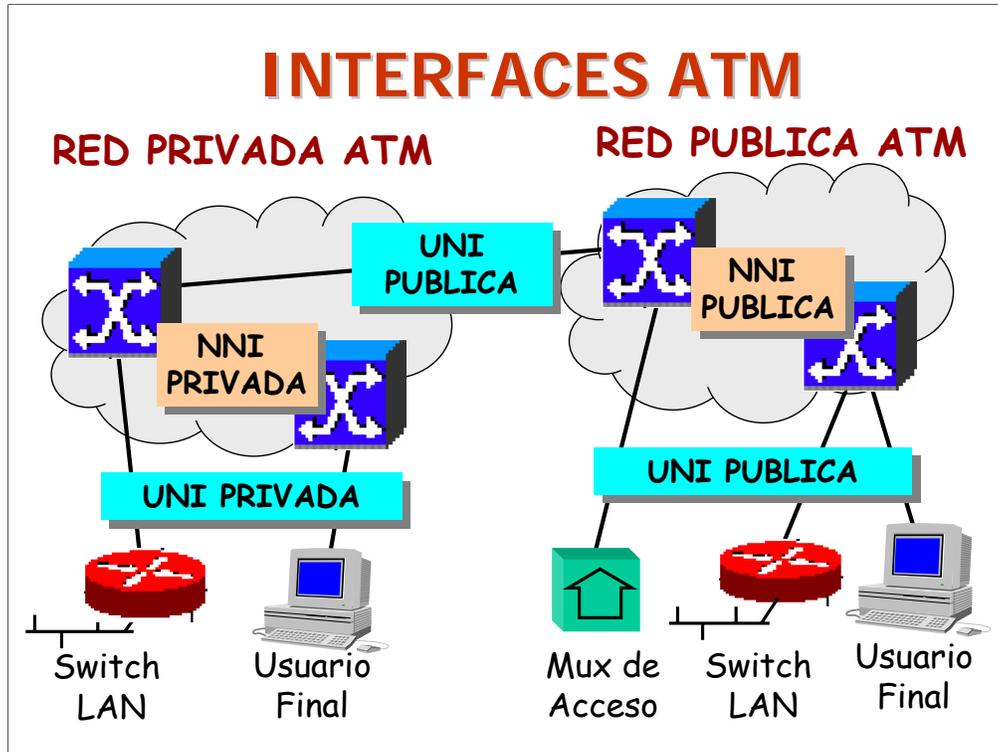
El tamaño de la celda ATM fue el primer punto de interés dentro de los organismos internacionales para iniciar un trabajo común y futuro en la tecnología ATM. Para ello se consideraron las propuestas de las diferentes comunidades que estaban trabajando para establecer un formato de celda que satisficiera sus necesidades.

EEUU propuso una celda un formato de celda de $64 + 5$ (payload + header) por razones de mayor **eficiencia en el transporte de datos** (*tramas más grandes*). El tamaño de los paquetes en redes de datos son normalmente de 64 bytes por eso el tamaño de 64 bytes de payload propuesto se adaptaba perfectamente a esta condición. En cambio Europa propuso una estructura $32 + 4$ (payload + header) argumentando que en **comunicaciones de voz** las celdas de tamaño grande producen problemas de eco y retardo debido a que se debe esperar por un mayor número de muestras para poder llenar un “container” (o payload) más grande. Una celda con payload de tamaño pequeño, 32 bytes, reduciría este problema a un nivel aceptable.

Luego de estudiar y considerar ambas propuestas la UIT sección de Telecomunicaciones (antes *CCITT*) en 1989, apoyado en el grupo *XVIII* estableció el tamaño de la celda en **53 bytes** de los cuales *5 bytes* formarían el encabezado y *48 bytes* el payload. El tamaño total de una celda ATM es de 53 bytes u octetos. Los primeros 5 bytes o encabezado contiene información para el enrutamiento de la celda a través de los nodos de la red y asegurar que las celdas lleguen a su destino, los 48 bytes restantes constituyen el *Payload*, o los bytes por los cuales el cliente paga por su transporte.

ATM : Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncronico.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones



El *ATM Forum*, organismo encargado de desarrollar todas las especificaciones para la perfecta interoperabilidad entre productos ATM de diferentes fabricantes, ha definido dos formatos para el encabezado de la celda: el **formato UNI** para la interfaz que hace las tareas de interfuncionamiento entre un equipo de usuario y un nodo de acceso ATM o POP (Point of Presence) de un carrier; y el **formato NNI** para la interfaz que define las tareas de funcionamiento entre dos nodos o switches ATM que pertenecen a una red privada de una corporación hasta de un proveedor de servicios públicos AT&T, BT, TELECOM, etc.

Existen dos tipos de interfaces UNI y NNI:

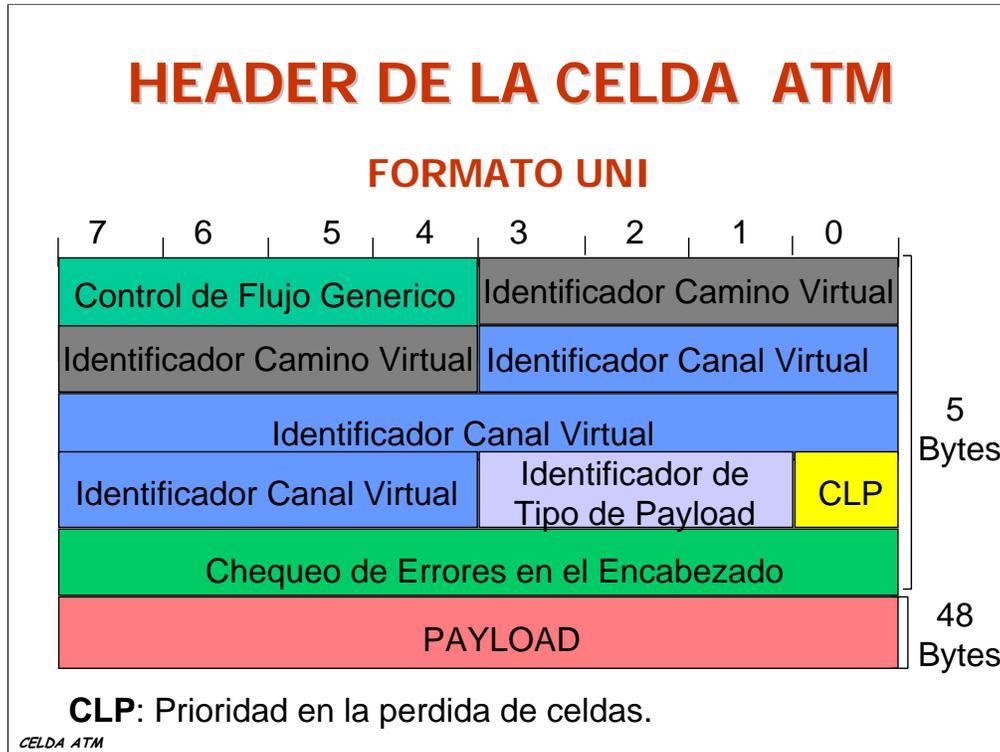
UNI Privada, o la interfaz UNI dentro de una red privada que permite comunicar una tarjeta de red ATM de un PC o de una estación de trabajo o un puerto ATM de un router o un puerto ATM de un LAN switch con un **switch ATM de una corporación**.

UNI Pública, o la interfaz UNI hacia una red pública que permite comunicar una tarjeta de red ATM de un PC o con una estación de trabajo o un puerto de un router o un puerto de un LAN switch con un **switch ATM de una red de carrier**.

NNI Privada, o la interfaz NNI dentro de una red privada permite la comunicación entre switches de una red ATM, incluso de diferentes fabricantes, para realizar el completo establecimiento de una comunicación entre dos puntos extremos, ya que se utilizan interfaces UNI en los puntos terminales e interfaces NNI entre los switches intermedios que se requieren para hacer la conexión completa. La NNI pública se está tratando como la especificación B-ICI (Broadband Inter-carrier Interfaz)

UNI: User to Network Interface

NNI: Network to Network Interface



Los cinco bytes de encabezamiento se usan para:

Primer Byte: 4 bits par el “**Control de Flujo Genérico**” y 4 bits iniciales para el “Identificador de Camino Virtual” (VCI).

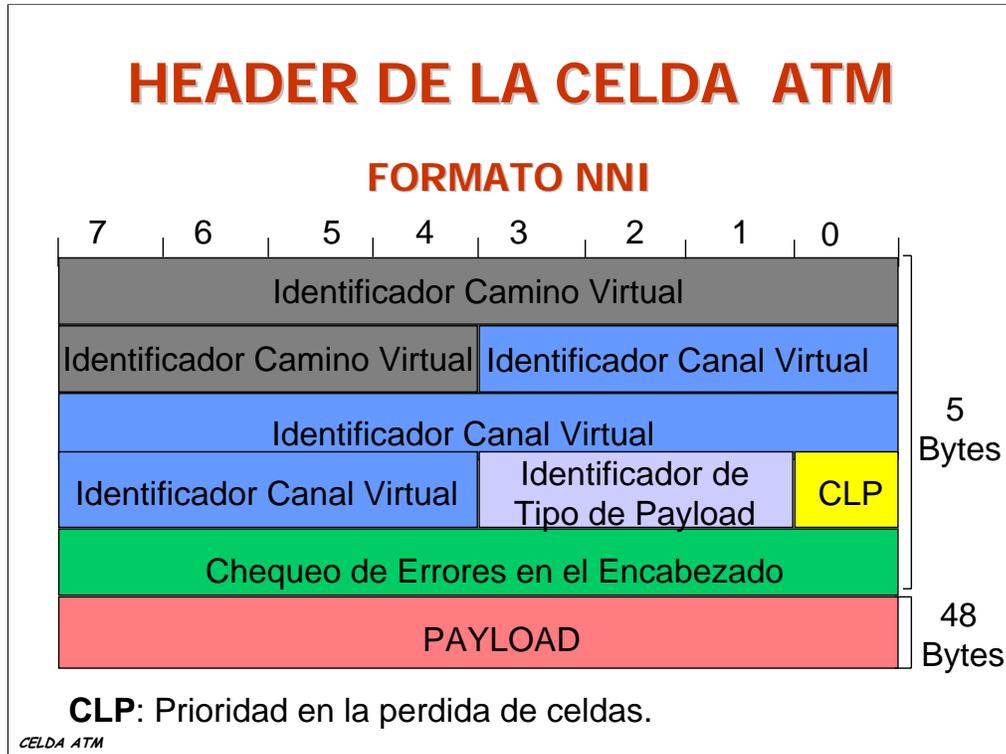
Segundo Byte: 4 bits finales para el “Identificador de Camino Virtual” (VCI) y 4 bits iniciales para el “Identificador de Canal Virtual” (VPI).

Tercer Byte: 8 bits intermedios para el “Identificador de Canal Virtual” (VPI).

Cuarto Byte: 4 bits finales para el “Identificador de Canal Virtual” (VPI) y 3 bits para definir el Tipo de Payload (no necesariamente el payload son datos de usuarios algunos payloads son de gestión, señalización o enrutamiento interna de los switches ATM) y el último es el bit de priorización para la eliminación de celdas.

Quinto Byte: Representa en un byte los cuatro bytes anteriores calculado a través de técnicas de control de errores para redes de datos.

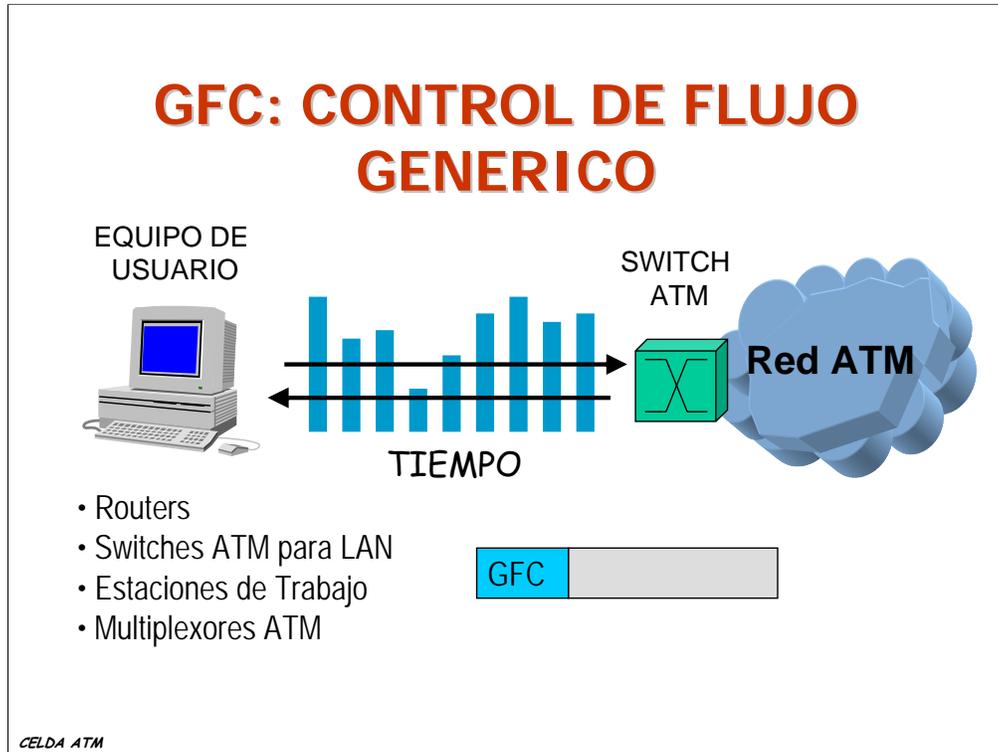
Es importante anotar que ATM se esmera en cuidar SOLO la integridad de los datos del encabezamiento o header por medio del quinto byte, porque es el único el medio que asegura que una celda llegue a su destino final. La integridad de los datos no importa a la red ATM, porque se supone que los medios de transmisión son óptimos (fibra, radios y par de cobre de alta calidad), e introducen el mínimo error, y si hay error, las aplicaciones que corren en los equipos de los usuarios retransmitirán los datos en un red en donde mayor disponibilidad de ancho de banda que ofrece ATM.



La diferencia con el formato anterior es que el header para NNI no requiere los cuatros bits del “**Control de Flujo Genérico**” que utiliza el formato UNI, en cambio éste reutiliza los 4 bits para agregarselos al Identificador de Camino Virtual, manteniendo los bytes restantes y su función, al igual que en el formato UNI.

Se debe anotar que cuando la celda sale desde un equipo de usuario a través de una interfaz UNI utiliza este tipo de formato, al llegar a un puerto del switch de ingreso a la red ATM o POP, el switch recoge este formato y lo transforma al formato NNI para enviar la celda ahora dentro de la “nube” ATM. En el otro extremo el switch de egreso de la red ATM (donde está conectado el punto destino), toma el formato NNI y lo transforma en formato UNI, manteniendo intacto el payload. Es como cambiar de conductor del camión (payload) en los extremos del trayecto.

El formato UNI, por supuesto, permite identificar menos caminos virtuales que el formato NNI, pero debido a que se trata sólo de conexiones uno a uno con un UNICO usuario donde no se requiere establecer un número grande de conexiones los 8 bits de este campo son suficientes, caso diferente en las conexiones NNI entre dos switches de una “nube” ATM.

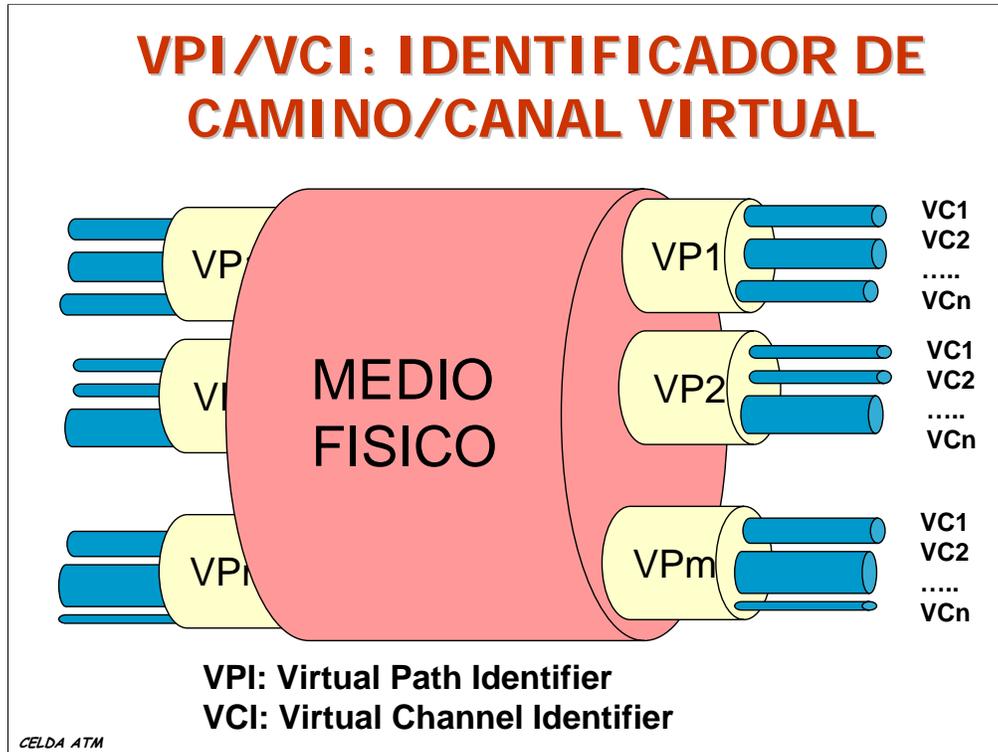


El **GFC** (*control de flujo genérico*) es un campo de cuatro bits que se encuentra definido y usado únicamente a través de la interfaz usuario-red *UNI*, ya que no está disponible en enlaces switch a switch, ni para conexiones extremo a extremo.

La principal función que realiza este campo está relacionada con el control de envío de la información del usuario hacia la red, para lo cual el switch que está conectado el usuario le informa al terminal si éste puede aumentar o disminuir la velocidad de acuerdo con la información que la red le haya proporcionado a través de la interfaz *NNI*.

Su uso está limitado para el control directo de la red sobre los equipos de usuario ATM, cuando los switches involucrados en la ruta de las conexiones que establecieron estos equipos experimentan congestión debido a otras conexiones por tráfico pico intenso (por ráfagas) y solicita al equipo de usuario que baje la velocidad para descongestionar las conexiones y evitar eliminar celdas, en caso contrario le solicita aumentar la velocidad para aprovechar la descongestión de los enlaces.

Es un mecanismo simple, pero actualmente no está siendo muy soportado por los vendedores y se duda de que sea implementado en el futuro. El valor por defecto de estos cuatro bits son 0000.

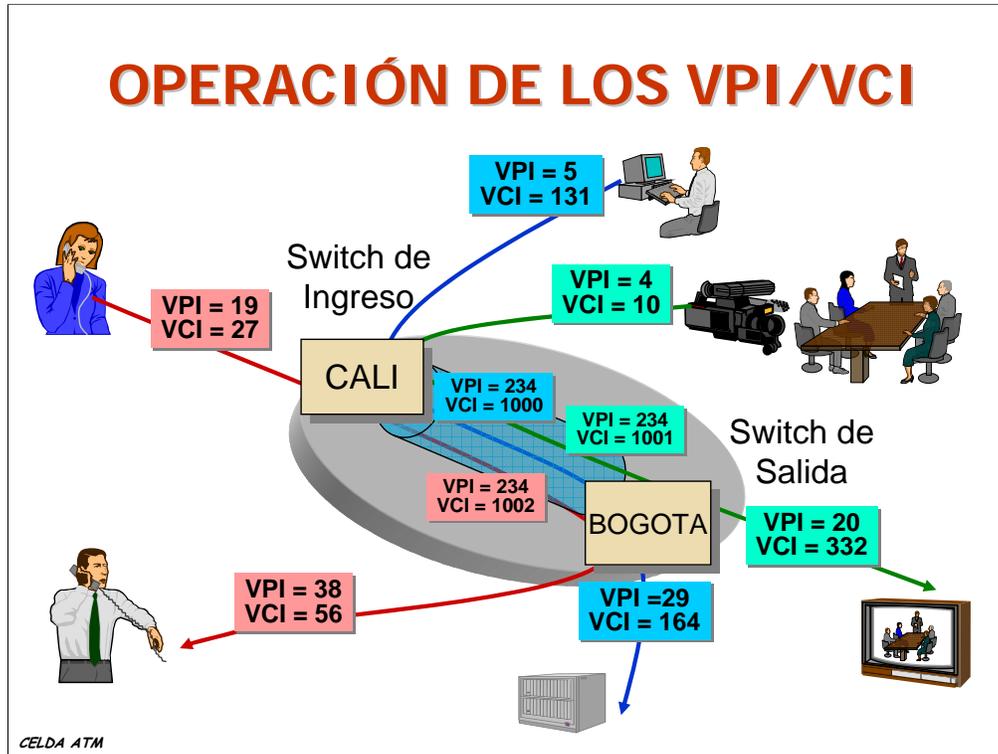


En los enlaces ATM existen tres conceptos: Medio Físico, Circuito Virtual (VC) y Camino Virtual (VP). El primero es el medio físico conocido como par de cobre, fibra óptica, cable coaxial y radios. Los otros son conceptos algo abstractos que se asemeja a la multiplexación de canales de voz de PCM, en donde por un solo medio físico se asigna un “ventana de tiempo” a cada canal de voz dentro de un intervalo de tiempo de 128 microsegundos. En este tiempo se puede “acuñar” 32 canales de voz de 64 Kbps para un total de 2048 Kbps, que es la capacidad del medio físico de un E1.

Los 64 Kbps se deriva del hecho que cada 128 microsegundos un canal de voz transmite 8 bits, y en un (1) segundo existen 8000 veces 128 microsegundos. Multiplicando 8 bits* 8.000 veces por segundo se obtiene una velocidad de transmisión de 64000 bits por segundo

Los medios físicos en ATM pueden ser de 2, 6, 25, 34, 100, 155, 622, 2500 y 10000 Mbps por segundo. En un medio de 10 Gbps se pueden crear aproximadamente 150.000 “ventanas de tiempo” de 64 Kbps, pero el ATM Forum ha creado dos jerarquías de ventanas a través de dos índices, Camino de Virtual y el Circuito Virtual, en donde un medio físico contiene varios caminos virtuales, y este a su vez contiene varios caminos virtuales. El campo VPI se usa en unión con el campo VCI para identificar la dirección local en un enlace entre dos switches ATM.

En la interfaz *UNI* se tiene un campo de 24 bits para VPI y VCI, para tener teóricamente 16 millones de direcciones, mientras que en *NNI* se tienen 28 bits que permiten una capacidad aproximada de 268 millones de conexiones en un enlace.

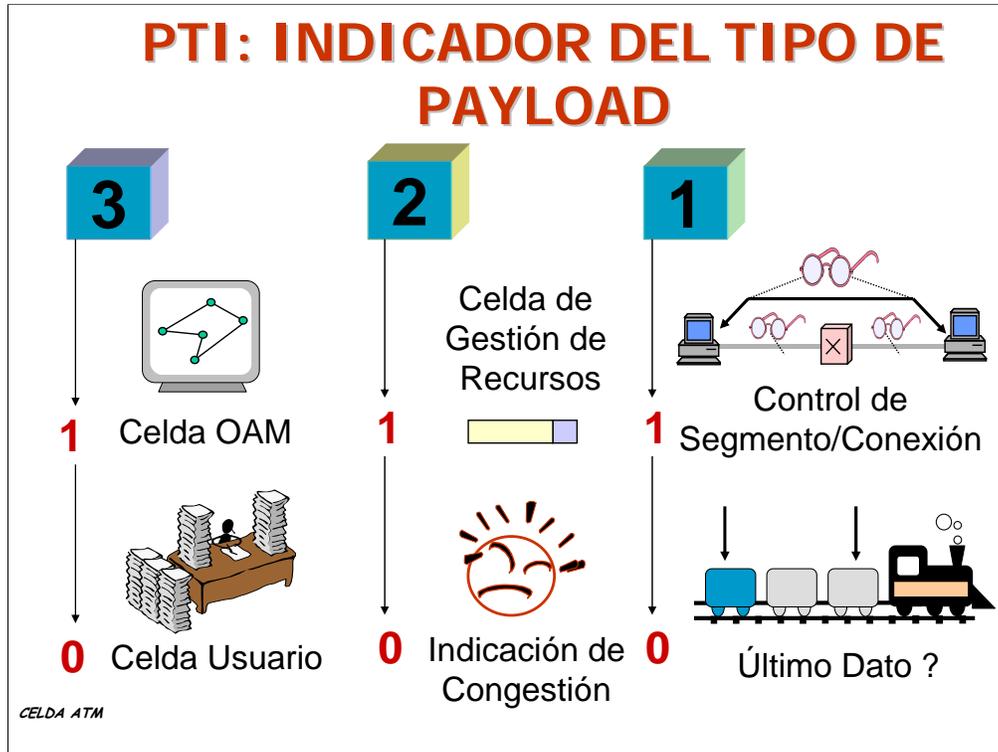


Para conectar dos puntos extremos se requiere una programación de identificadores de camino y de circuito virtual por cada sentido de una conexión particular (voz, datos o vídeo). Existe un par de identificadores de VCI y VPI por cada enlace que se requiere en una conexión extremo a extremo lo cuales son modificados por cada nodo de conmutación (switch ATM) hacia la ruta de destino. En sentido inverso también se deben programar otro grupo de identificadores por cada enlace.

En la gráfica aparecen tres enlaces por cada conexión punto a punto: del usuario origen al switch de ingreso, del switch de ingreso al switch de salida, del switch de salida al usuario destino. Al configurar los identificadores estos solo tienen sentido a nivel local, o sea, en ese enlace.

Cada conexión identificada con un VCI o VPI puede transportar cualquier tipo de tráfico: DATOS, para una comunicación de aplicaciones entre redes de computadores; VOZ, como telefonía privada o pública y VIDEO con equipos de videoconferencia tipo H.320 u otro formato como MPEG 2 o vídeo sin compresión, en donde el ancho de banda para cada tipo de conexión varía desde 56 Kbps hasta varios megabits por segundo.

Para el ejemplo del acceso a una base de datos desde un computador se usa el par VPI=5 y VCI=131 en la interfaz UNI, luego en la red NNI pasa a ser VPI=234 y VCI=1000 para finalmente llegar a VPI=29 y VCI=164.

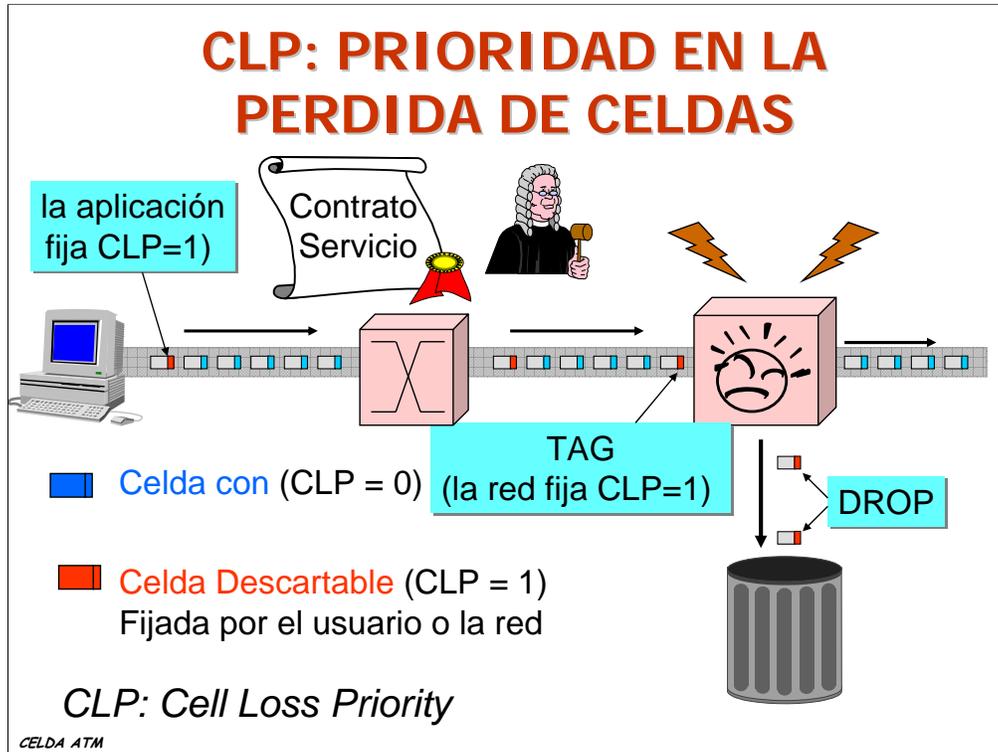


PTI₁: El primer bit del campo TPI indica si la celda contiene información de usuario (TPI = 0XX) o datos de control de la red (TPI = 1XX). Si la celda contiene datos de usuario, el segundo bit es utilizado por cualquier nodo ATM para indicar que esta experimentando congestión de tal forma que la fuente generadora del tráfico tome los correctivos para bajar o subir la velocidad con que envía datos. Este bit es usado para el control de congestión de modo reactivo. El tercer bit sirve para indicar si dicha celda está transportando el último pedazo de la información del usuario (PTI = 0X1) o es una parte intermedia (PTI = 0X0).

Cuando la información es de control se caracteriza porque el primer bit se encuentra fijado a 1 (PTI = 1XX). Se puede tener diferentes clases de información asociadas a OAM₂, información OAM asociada a los enlaces extremo a extremo de la conexión ATM, y también con aquellas funciones de OAM relacionadas con los enlaces entre dos nodos en la red.

También se tiene una función de control muy importante relacionada con la gestión de recursos, la cual permite regular el control de tráfico de la fuente. Por este motivo existen unas celdas conocidas como celdas de Resource Management (RM₃), en donde se definen los métodos utilizados para el control de tráfico para categoría de servicio ABR.

1. PTI : Type Payload Identifier, Identificador del tipo de Payload.
2. OAM : Operation and Management, Operación y gestión.
3. RM : Resource Management, Gestión de recursos.

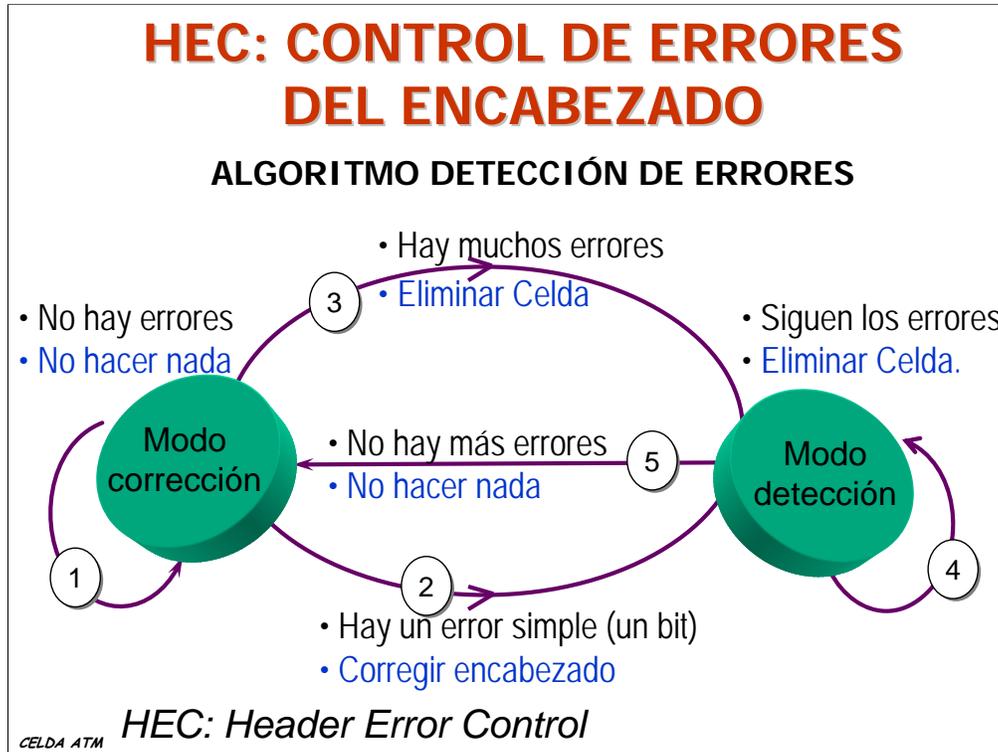


El bit CLP (Prioridad en la pérdida de celdas) se utiliza para indicarle a un switch que experimenta congestión, ubicado en cualquier nodo de una red ATM, que puede descartar (DROP) dicha celda en el puerto de entrada del switch para que de alguna manera ayude a aliviar el problema de congestión.

El switch se congestiona cuando los umbrales fijados como límite de ocupación del buffer (memoria) han sido sobrepasados. El descarte trata de evitar que el equipo tenga que eliminar irremediablemente TODAS las celdas que entran por dicho puerto en incluso todo el switch. Esto se conoce como descarte a nivel de celdas, más tarde se verá el descarte a nivel de paquetes, paquetes que pueden ser de valor miles de bytes como TCP/IP y que son transportados en varias celdas.

Una celda es “susceptible” de ser descartable cuando el usuario, a través de su aplicación; estima que algunas celdas que pertenecen a un flujo de información puede ser eliminadas sin causar traumatismos en la integridad de la información; una aplicación de voz puede eliminar algunos datos porque solo representan un chasquido aceptable para los interlocutores; una transmisión de vídeo con esporádicas líneas negras o manchones en cuadros (trama), no son problema para el receptor donde la calidad no tiene relevancia sino la contexto general de la imagen, esto se hace a través de la aplicación del usuario que fijan algunas celdas con CLP=0 y otras como CLP=1.

La red ATM también puede fijar las celdas con CLP=1, cuando una celda con CLP=0, no cumple con el Contrato de Tráfico, en otras palabras, excede la velocidad asignada al enlace. A nivel práctico el proveedor de servicios público de transporte programa una velocidad promedio y un exceso de tráfico por ráfagas. Al fin y al cabo al carrier le interesa transportar la información del cliente y no eliminarsela, siempre y cuando pague por ella.



El *HEC* es un byte que transporta una suma de chequeo (*checksum*) calculada sobre los cuatro primeros del encabezado de la celda. El *HEC* se calcula usando el polinomio $(X^n + X^{n-1} + \dots + 1)$ generado por la posición y valor de los bits de los 4 primeros bytes, multiplicados por 8 y luego divididos por el polinomio por X^8+X^2+X+1 . El cociente es el valor del *HEC* que se coloca como quinto byte del header de la celda. Para mejorar significativamente el delineamiento de las celdas se le adiciona al cociente de la división el patrón de 8 bits “01010101”, conocido como *valor coset* (el switch receptor inicialmente debe sustraer el *valor coset* antes de calcular el *HEC*).

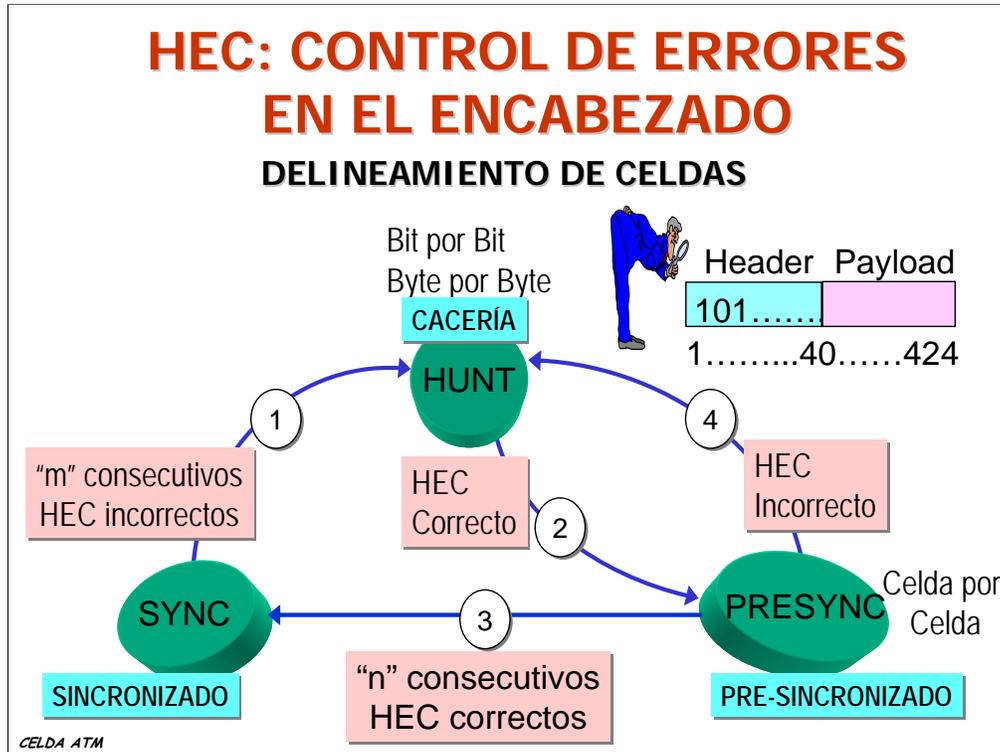
A la salida de cada puerto ATM, se recalcula el *HEC* a causa del cambio de los identificadores *VPI/VCI*, en el puerto de recepción del siguiente switch, se recibe la celda, se calcula localmente el *HEC* y se compara con el que viene en la celda, si no hay errores (no hay inconsistencias) la celda pasa el switch y sigue su rumbo normal hacia al terminal destino. En caso contrario trata de corregir el error o engancharse de nuevo.

El switch realiza dos funciones en relación al *HEC* de la celda; **detección de errores y delineamiento de la celda**.

- *Detección de errores:*

Normalmente el algoritmo trabaja en “*Modo Corrección*”, porque no hay error de *HEC* (1), pero si se detecta un error de *HEC* simple como un cambio en el estado de un bit (de 0 a 1 o al contrario), el error se puede corregir sin eliminar la celda, y se cambia al estado “*Modo Detección*” (2). En el caso de que se detecten múltiples errores de bit, la celda se descarta y el estado cambia a “*Modo Detección*” (3). En ese último, todas las celdas que sigan presentando error en el encabezado se descartan (4). Tan pronto como se examine un encabezado sin ningún error, el switch receptor regresa al “*Modo Corrección*” (5).

HEC : Header Error Check, chequeo de errores en el encabezado.



• *Delineamiento de la celda:*

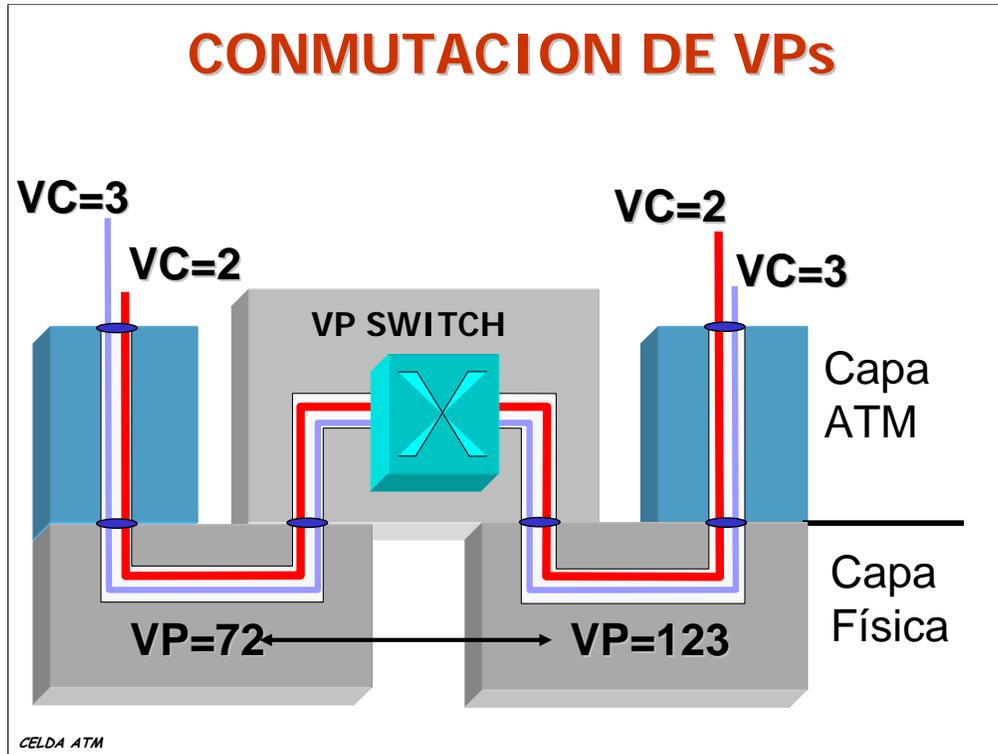
El propósito del mecanismo de Delineamiento de la Celda es hallar el inicio de celda en un tren de bits, recuerdese que son bits seriales los que entran al puerto a una velocidad hasta de 10 Gbps. Al switch le interesa solamente donde comienza una celda para hacer el análisis del encabezado (cálculo del HEC y otras operaciones adicionales), después que hace el tratamiento de la celda, salta 53 bytes para analizar la siguiente celda (sin detenerse en el payload) y así sucesivamente. Si no sabe donde empieza una celda dentro un tren de bits las celdas serán descartadas. La figura muestra el "diagrama de estados" para el delimitamiento de la celda.

El estado de *SYNC*, es la operación normal, si se detectan m fallos consecutivos del *HEC* se declara una pérdida del sincronismo y se pasa al estado *HUNT* (1).

En el estado *HUNT* o de cacería, se hace un chequeo bit por bit del "tren de bits", tratando de hallar dentro de los 424 bits de una celda un HEC verdadero (en el peor de los casos se puede coger para análisis el segundo bit de una celda correcta dentro del tren de bits, luego hay que esperar hasta el 424avo bit). En el estado de cacería se chequean los bits de 4 bytes consecutivos con el siguiente byte hasta que coincidan en HEC, tan pronto como la sincronía sea alcanzada bit por bit se ejecuta el chequeo byte por byte, si coinciden se pasa al estado *PRESYNC* (2).

En el estado *PRESYNC* se asume que se tiene la delimitación correcta de la celda, pero hace una comprobación adicional de n celdas del campo HEC antes de pasar al estado *SYNC* (3). Si hay fallos en las n celdas retorna al estado de *HUNT* (4).

En el *PAYLOAD* se pueden presentar coincidencias del código *HEC* que causan incorrecta sincronización y demora en hallar la sincronización, luego para evitar esto se hace una "aleatorización autosincronizante" al *PAYLOAD*, de tal forma que la probabilidad que se encuentren un código similar al *HEC* sea muy despreciable.



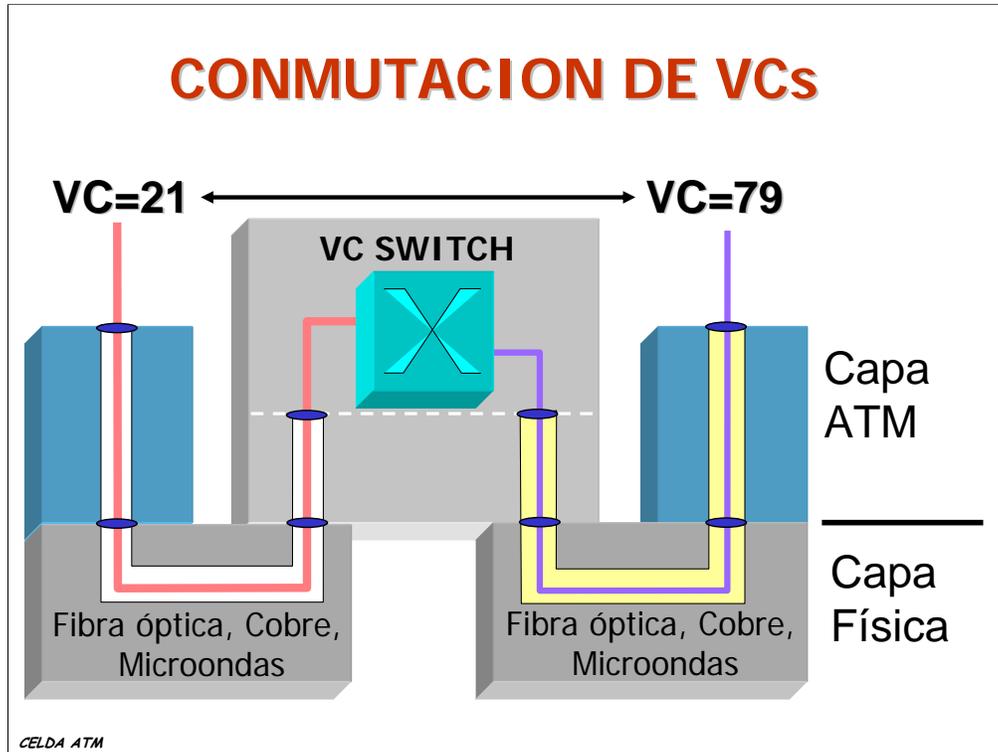
Debido a que existen dos niveles de jerarquía a nivel de conexiones virtuales en un enlace físico ATM; el circuito virtual o VC y el camino virtual o VP, el switch puede realizar la conmutación de VC's, VP's o de ambos.

Las ventajas de la conmutación de caminos virtuales son

- 1.- Simplificar el manejo de las celdas en su campo de direccionamiento, porque solo cambian el campo VPI. Un switch VP posee una Tabla de Traslación de VPI/VCI más pequeña.
- 2.- Permite configurar algo que se llama VPN (Redes Privadas Virtuales), en donde el carrier entrega un VP entre dos sitios de un cliente y el puede realizar los VCs que quiera.

Al realizar la conmutación de caminos virtuales VP, no es necesario cambiar el circuito o canal virtual VC, de esta manera todas las celdas pasan de un camino virtual a otro sin sufrir cambio en el identificador VCI del encabezado de la celda.

Los switches de Backbone o de Core, utilizan este tipo de conmutación para disminuir el tiempo de procesamiento ya que sus troncales ATM son de 34, 155, 622 y 2500 Mbps, entre menos tiempo gaste en procesar una celda más capacidad tendrá para procesar mayor número de ellas. En la gráfica se puede que los circuitos virtuales VC2 y VC3 son transportados en el VP72 antes del switch pero luego cambian al VP 123 después de pasar por el switch.

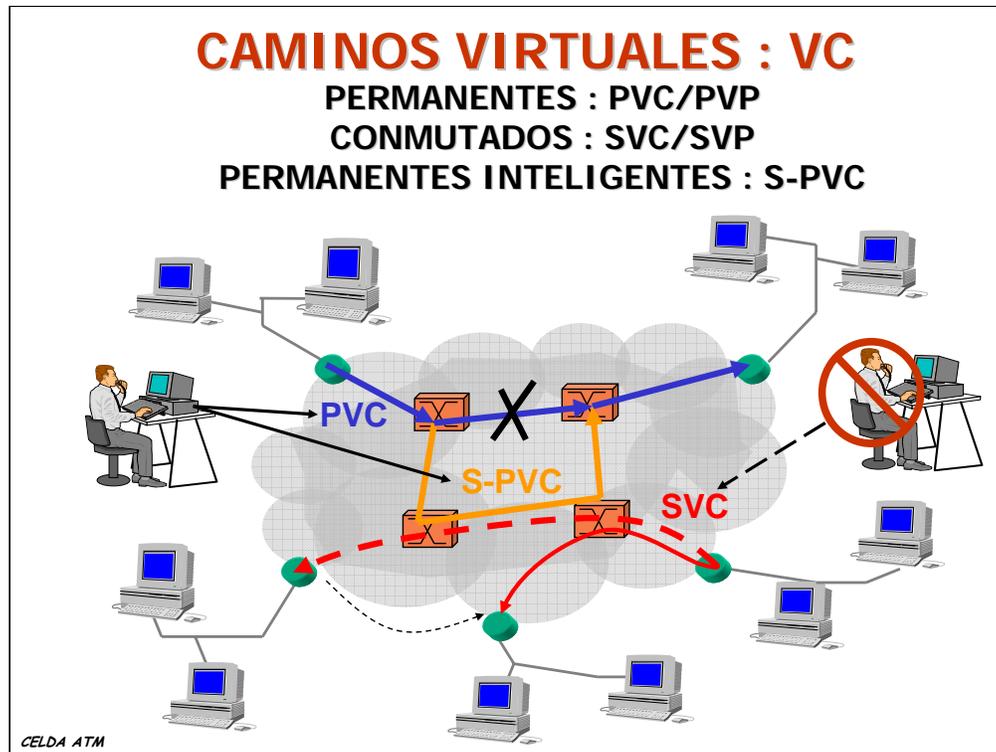


En este caso se realiza la conmutación de circuitos virtuales, donde el switch verifica y manipula el identificador de circuito y camino virtual para hacer la conmutación. En el caso de la conmutación de VC's, se hace también necesaria la conmutación del identificador de camino virtual VP's. No se aplica conmutación de circuito sin conmutación de camino virtual.

En la gráfica sólo se ilustra la conmutación de circuito virtual, pero se ha dibujado de diferente color los caminos virtuales para indicar el cambio también en ese nivel. En el ejemplo sucede la conmutación del VC=21 al VC=79 al pasar por el switch.

Los VPI's y VCI's no son direcciones, sino identificadores que se asignan explícitamente y dinámicamente (en el caso de SVC's) en todos los segmentos (enlace entre dos nodos de la red o entre el equipo del usuario y un nodo de la red) de una conexión ATM que permanecen durante todo el tiempo de la conexión. Todos las celdas *en un segmento* que pertenezcan a una aplicación particular tendrán el mismo valor de VPI y VCI, pero al pasar a otro segmento de otra conexión cambiarán todas el valor del identificador hasta llegar al sitio de destino.

La asignación de VCI y VPI a las celdas se hace durante el establecimiento de la conexión durante la fase de señalización, y se asignan indistintamente del grupo de valores de VPI y VCI libres que tenga el switch.



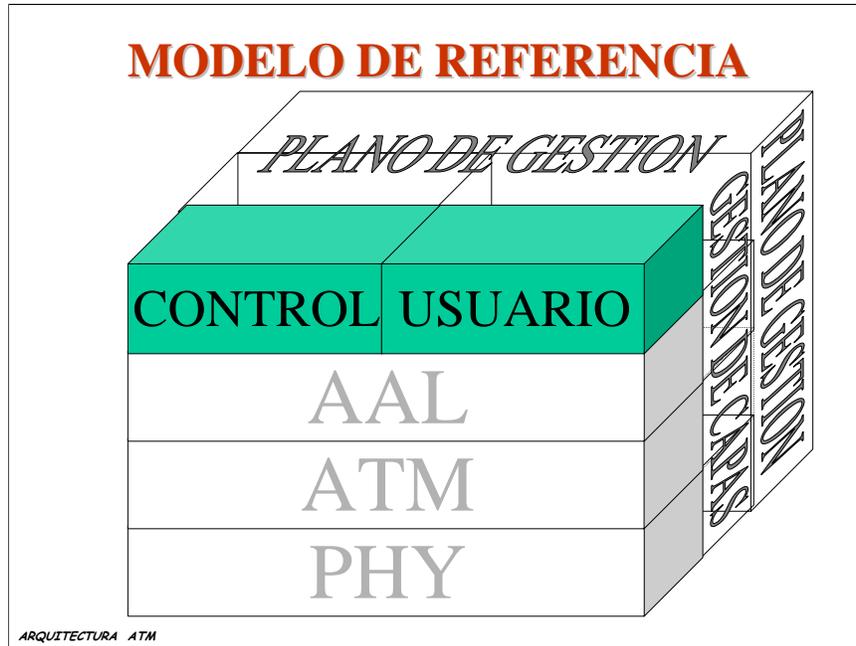
Respecto al establecimiento de las conexiones entre dos puntos de la red ATM existen tres categorías: permanentes: PVC's y PVP's, conmutadas; SVC's y SVP's y blandas o inteligentes: S-VPC (S= smart o soft).

Los Permanent VC o VP, son establecidos manualmente por un operador desde la plataforma de gestión NMS de la red ATM. Una vez establecida la conexión, está permanece hasta que el operario la elimine. El comportamiento de este tipo conexiones es similar a un circuito dedicado, en donde se tiene un canal disponible durante todo el tiempo, uselo o nó, pero en donde se garantiza un ancho de banda en cualquier momento. Obviamente es una conexión más costosa.

Los Switched VC o VP, son circuitos que se crean bajo demanda y son iniciados desde el equipo local del usuario que sirve de acceso a la red pública ATM. Los protocolos de señalización y enrutamiento de la red ATM atienden la solicitud de conexión del nodo origen con un nodo destino usando la dirección destino ATM y los requerimientos de ancho de banda y calidad de servicio. La switches, sin intervención del operario ni de la plataforma de gestión centralizada, autonomamente realizan las conexiones (crean las tablas de translación de VPI/VCI) hasta el nodo de destino. El comportamiento es similar a una llamada telefónica, que establece la conexión según necesidad del usuario, existe conversación y cuelgue de la llamada dejando los recursos disponibles para otros usuarios. Estas conexiones por ser bajo demana son más económicas para el cliente, aunque requieren mayor software de control.

Finalmente, los fabricantes han desarrollado el concepto de S-PVC, el cual es básicamente una conexión PVC, en donde se ha programado a través del NMS un PVC alterna de backup que se establece automáticamente cuando la conexión activa falle. Las fallas puede ser a nivel de medio de transporte por daños de la fibra o la red de microondas o daños de interfaces.

NMS: Network Management System



Modelo de referencia

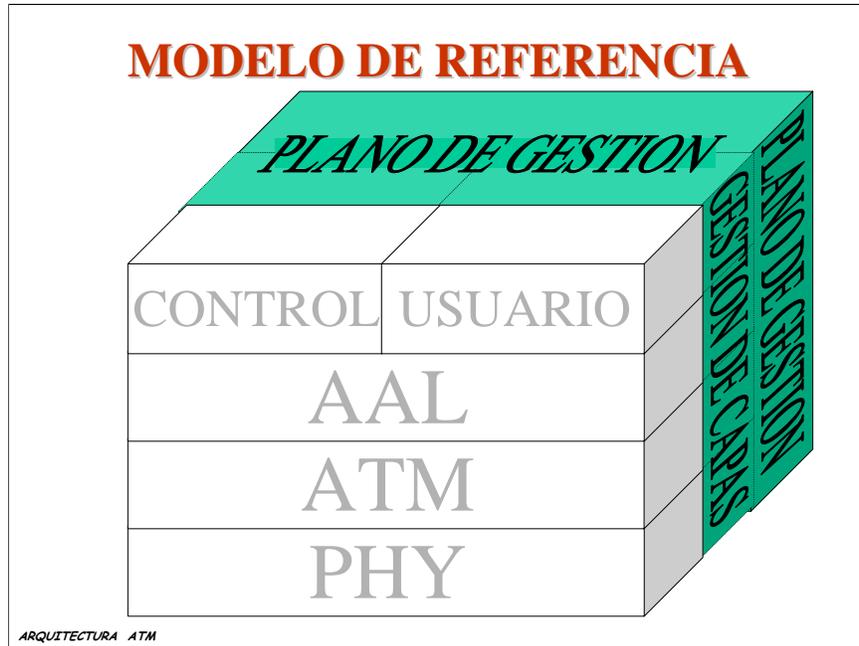
El modelo usado en ATM emplea conceptos de planos separados para aspectos relacionados con funciones de usuario, control y gestión; cada plano tiene independencia entre las capas.

Bajo este esquema el concepto es extendido, presentando el modelo ATM como un modelo tridimensional, compuesto por capas horizontales y planos verticales que abarcan dichas capas.

Inmediatamente arriba de las tres capas (que se verán a continuación), se encuentran los planos de control y de usuario.

El plano de control se encarga de información de señalización y de gestión, y es utilizado para mantener la red y realizar funciones operacionales. Si comparamos con el modelo OSI, este plano se podría localizar en la parte baja de la capa de enlace de datos.

El plano de usuario es usado para transportar la información de usuarios. Al comparar con el modelo OSI, este plano podría localizarse en la parte baja de la capa de transporte.

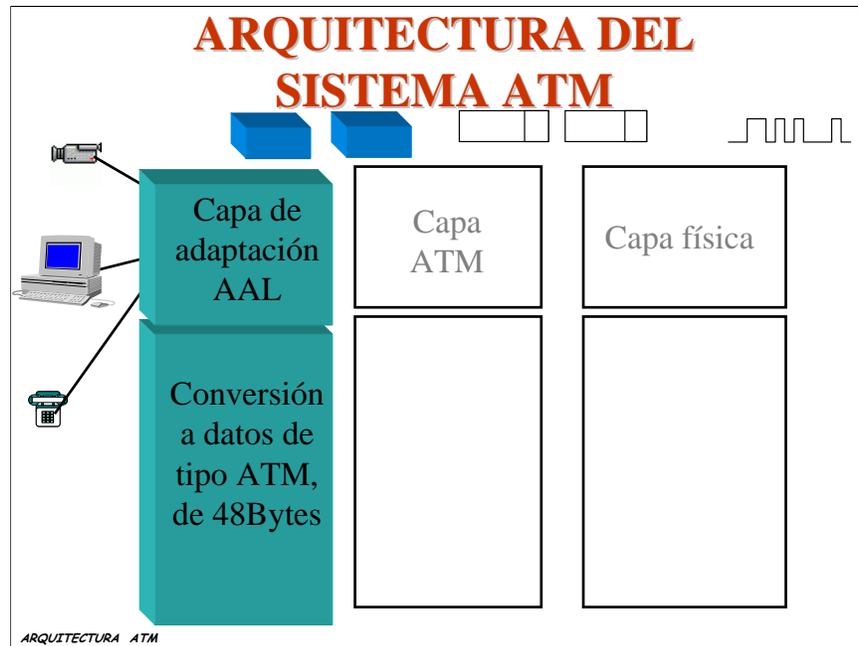


Plano de gestión:

Este plano puede ser visto en dos partes.

La primera parte es el plano de gestión de capas. Este se encarga de proporcionar las funciones necesarias para la gestión de cada una de las capas.

Por otra parte, se encuentra un plano de gestión, que abarca todas las capas presentes en el modelo ATM.



ARQUITECTURA DEL SISTEMA ATM

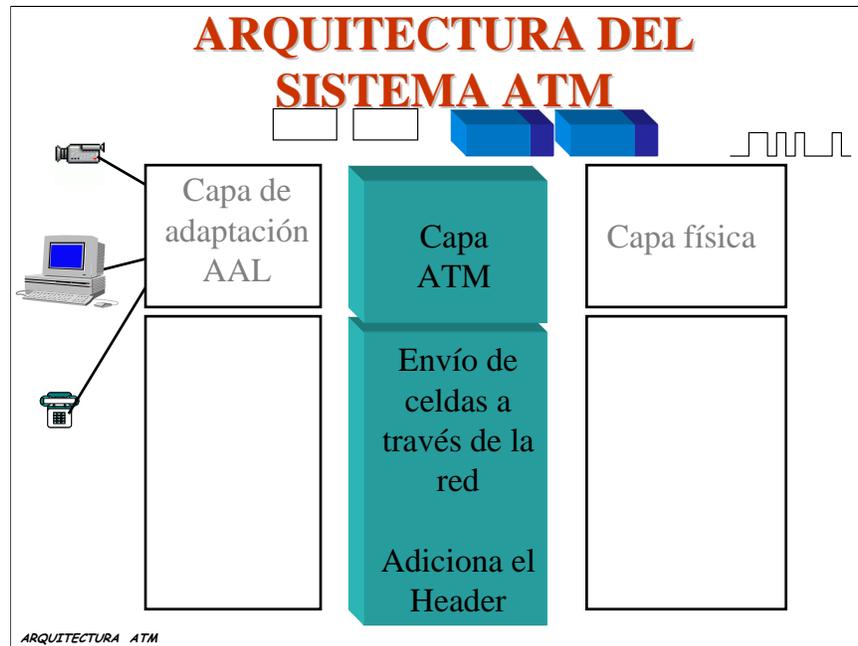
Como se vio en el modelo de referencia, el protocolo ATM está compuesto de tres niveles o capas básicas:

- Capa de Adaptación al ATM (AAL)
- Capa ATM
- Capa física

La capa de adaptación al ATM AAL, juega un rol importante en el manejo de múltiples tipos de tráfico que se utilizan en la red ATM, y es independiente del servicio. Específicamente, la función principal es adaptar los servicios dados por la capa ATM a aquellos servicios que son requeridos por las capas más altas, tales como emulación de circuitos, video, audio, frame relay, etc. La AAL recibe los datos de varias fuentes o aplicaciones y los convierte en segmentos de 48 bytes que se entregan a la capa ATM y que conforman el payload de la celda.

Es importante recordar que estos 48 bytes no están en su totalidad compuestos por información útil. Esto sucede debido a que para cada tipo de fuente se ha definido una capa AAL determinada, la cual puede requerir usar espacio en el payload para llevar cierta información de control (p.ej., verificación de errores) referente a la información que transporta.

En síntesis, podemos decir que la capa de adaptación a ATM se encarga de convertir información recibida desde fuentes no ATM al formato ATM.



Capa ATM

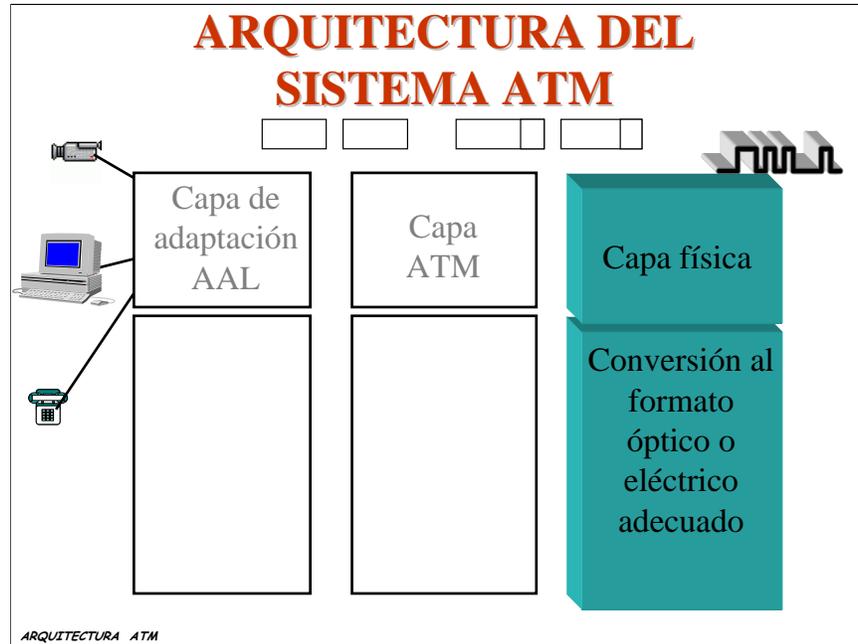
La capa ATM es la encargada de transportar la información a través de la red.

En esta capa se realizan funciones de conmutación y de gestión. Dentro de las funciones de conmutación contamos con:

- Multiplexación/demultiplexación de conexiones: se hace individualmente para cada conexión en un enlace dado; permite garantizar una calidad de servicio específica para cada usuario.
- Discriminación de celdas: no todas las celdas se usan para llevar información de los usuarios, algunas son usadas para llevar información de control. La capa ATM debe estar en capacidad de distinguir estas celdas y darles el tratamiento adecuado.

Dentro de las funciones de gestión, la capa ATM provee alarmas, posibilidad de realizar tests sobre la red, entre otras.

La capa ATM es la encargada de terminar la construcción de la celda, adicionándole el encabezado, y entrega la celda lista para que la capa física se encargue de llevarla sobre el medio.



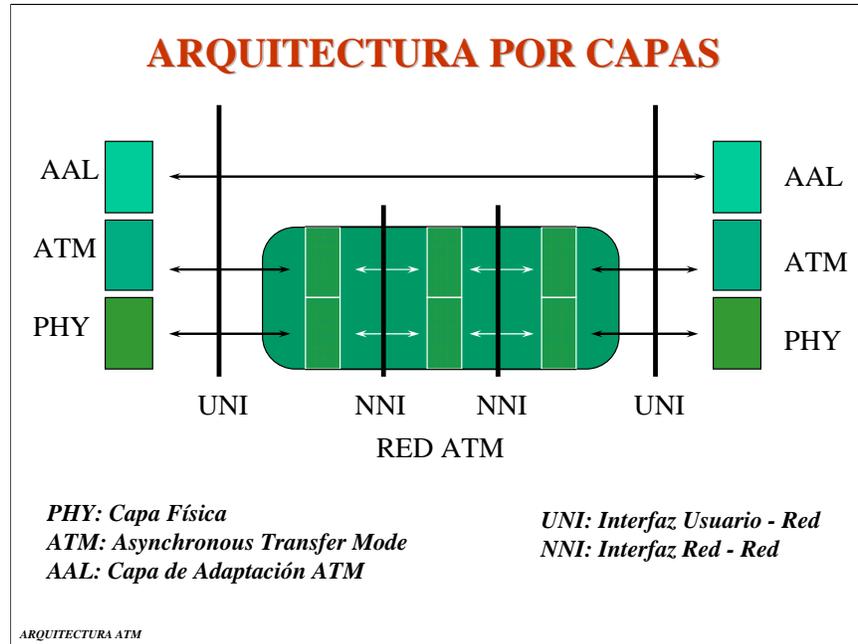
Capa física:

Se encarga del transporte de datos sobre la red física, delimitar las celdas, adaptar las tramas para que estén acordes al medio físico sobre el cual son transportadas.

En esta capa también se calcula el HEC (mecanismo de detección de errores del encabezado), para verificar si la celda recibida es correcta y pasarla hacia la capa superior.

Esta capa entrega la información de la celda, recibida de la capa ATM, convertida al formato óptico o eléctrico que se requiere según el medio.

EL ATM Forum ha definido varias velocidades y tipos de interfaces físicas, tratando de conservar la infraestructura de comunicaciones que actualmente poseen muchas empresas. Así, no se requieren nuevos tipos de medios para ATM, sino que se pueden seguir usando los medios existentes.



Para realizar la comunicación usando ATM se requiere que la información de las diferentes fuentes sea convertida al formato ATM, conformación de celdas ATM; posteriormente estas celdas deben adaptarse al medio físico que se va a usar y se colocan sobre la red.

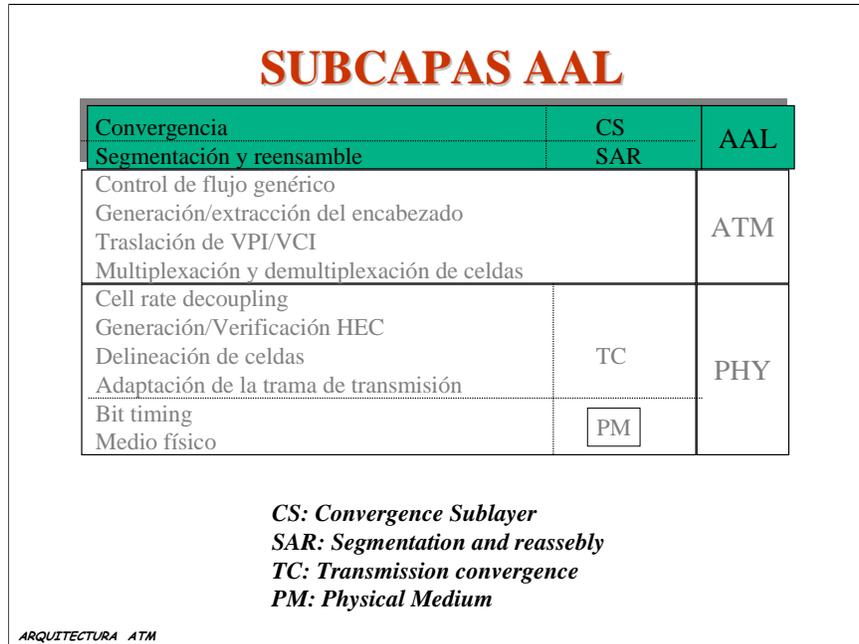
Para este propósito ATM presenta una arquitectura por capas, tal como muestra la figura; estas se definen a continuación:

Capa de adaptación ATM (AAL) : se encarga de adaptar la información al formato ATM.

Capa ATM : se encarga de funciones relacionadas con transporte de datos sobre la red. Es independiente del medio físico.

Capa Física : se encarga del transporte de las celdas sobre el medio físico.

Los intercambios de información entre las capas se definen mediante el uso de los protocolos *UNI* y *NNI*. Debido a que la comunicación entre las capas de adaptación no se hace a través de los nodos de la red, sólo en los extremos.



Las capas de la arquitectura ATM₁ se subdividen a su vez en subcapas, las cuales se encargan de diferentes funciones.

La capa AAL₂ se divide en la subcapa de segmentación y reensamble y la subcapa de convergencia.

- La subcapa de convergencia es dependiente del servicio y puede realizar funciones como identificación de mensajes, recuperación de tiempo/reloj etc....

En esta capa se calculan los valores que debe llevar la cabecera y los payloads del mensaje. La información en la cabecera y en el payload depende de la clase de información que va a ser transportada.

- La subcapa de segmentación y reensamble se encarga de dividir la información en fracciones adecuadas para la transmisión y en reensamblarlas.

Esta capa recibe los datos de la capa de convergencia y los divide en trozos formando los paquetes de ATM. Agrega la cabecera que llevara la información necesaria para el reensamblaje en el destino.

1. Capas ATM : Física, ATM y de adaptación ATM.
2. AAL : ATM adaptation Layer, capa de adaptación ATM.

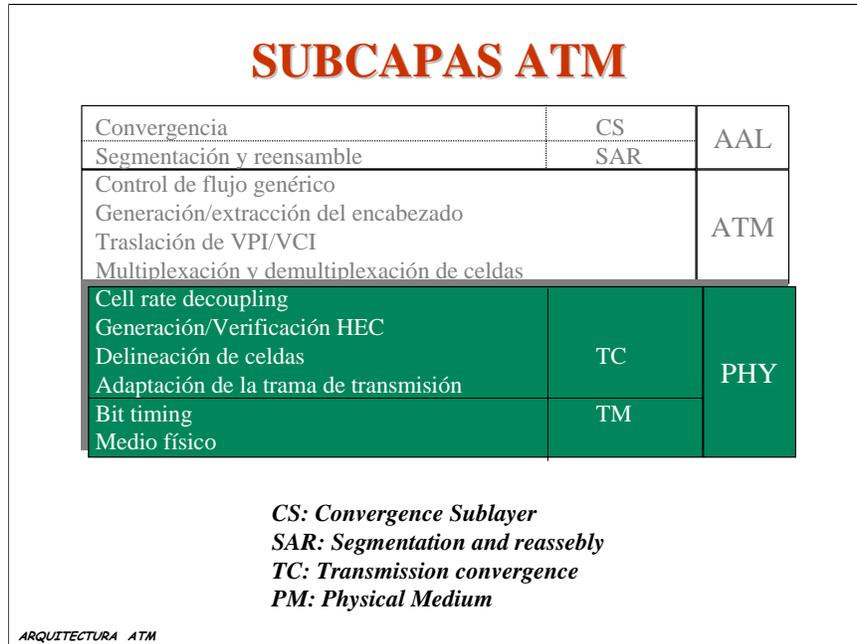
SUBCAPAS ATM

Convergencia	CS	AAL
Segmentación v reensamble	SAR	
Control de flujo genérico Generación/extracción del encabezado Traslación de VPI/VCI Multiplexación y demultiplexación de celdas		ATM
Cell rate decoupling Generación/Verificación HEC Delineación de celdas Adaptación de la trama de transmisión	TC	PHY
Bit timing Medio físico	PM	

CS: Convergence Sublayer
SAR: Segmentation and reassembly
TC: Transmission convergence
PM: Physical Medium

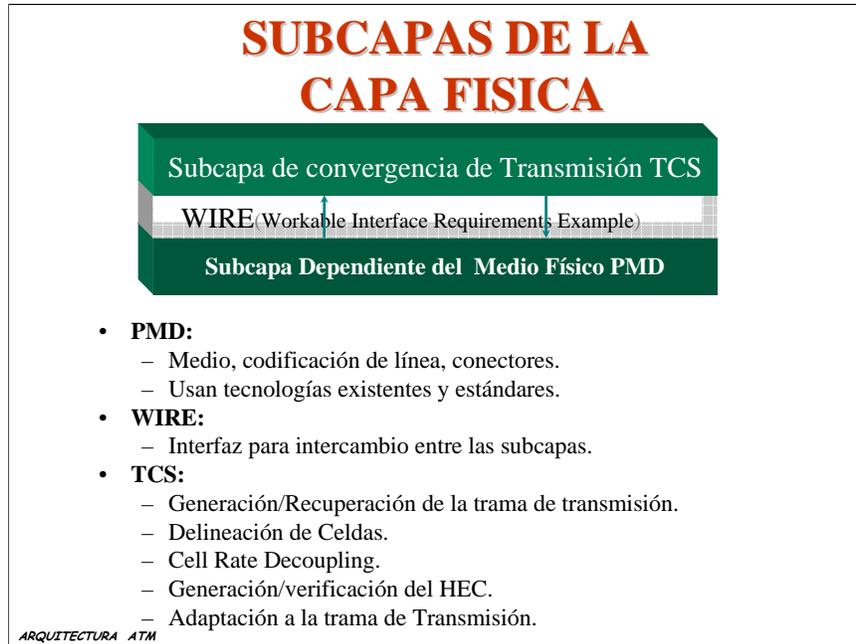
ARQUITECTURA ATM

La capa ATM es totalmente independiente del medio físico empleado para el transporte de las celdas ATM, no presenta subcapas.



La *capa física* se divide en medio físico (*subcapa dependiente del medio físico*) y convergencia de transmisión.

- La *subcapa dependiente del medio físico* se encarga de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado, es dependiente del medio físico.
- La *subcapa de Convergencia de Transmisión* convierte el flujo de celdas a un flujo de bits a ser transmitidos sobre la red.



Subcapas de la capa física

• Subcapa Dependiente del Medio Físico **PMD**

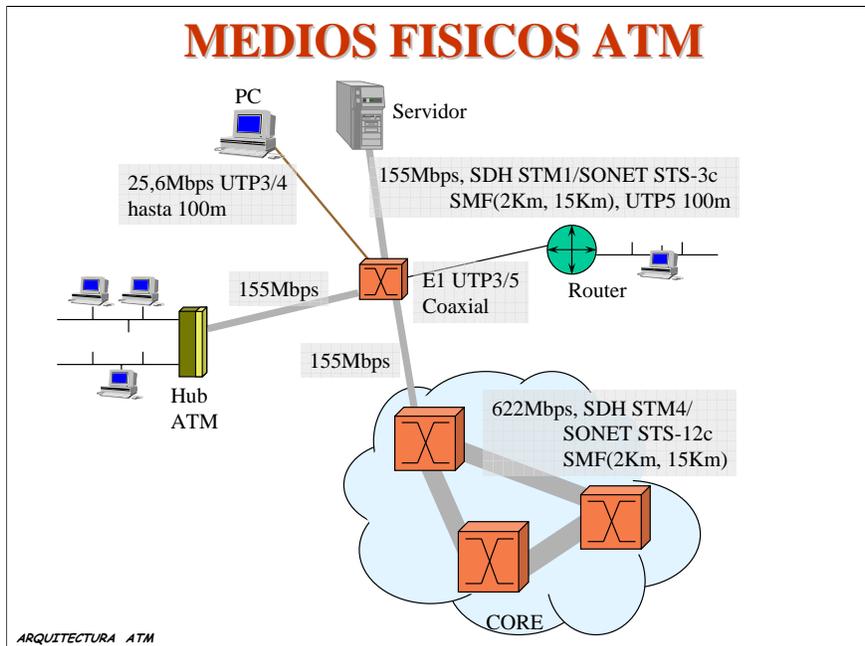
Es totalmente dependiente del medio (óptico o eléctrico); es responsable de la transmisión y recepción correcta de los bits en el medio físico adecuado. Además debe garantizar la recuperación del reloj en el destino y la codificación de la línea.

En este nivel se pueden usar tecnologías estándares existentes actualmente. **WIRE**, por ejemplo, es una interfaz natural, ya que es el punto de intercambio entre el PMD y el TCS.

• Subcapa de Convergencia de Transmisión **TCS**

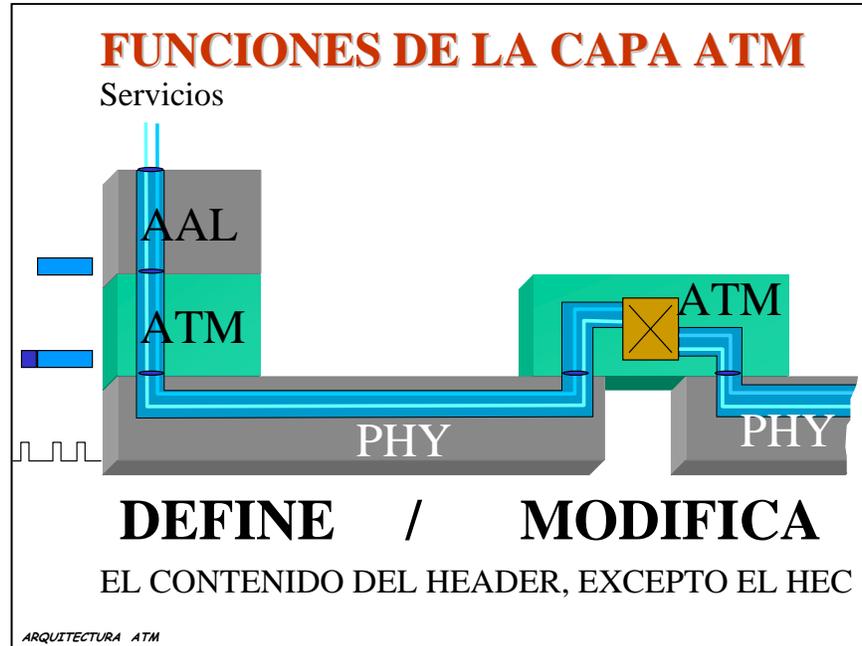
En esta capa se reconocen los bits, como vienen de la **PMD**. Se encarga básicamente de cinco funciones:

1. *Generación/Recuperación de la trama de transmisión* : Busca obtener las tramas de transmisión, según el medio usado para ésta.
2. *Adaptación al sistema de transmisión usado* : Se encarga de hacer encajar la celda en el sistema de transmisión, posiblemente requiriendo adaptación a la trama de transmisión.
3. *Delineación de la celda* : Se encarga de reconocer los límites de la celda en el receptor, y preparar los datos a transmitir para asegurar una adecuada delineación de la celda en el destino.
4. *Generación, verificación del HEC* : Se usa un mecanismo que permite corrección/detección según el caso.
5. *Cell Rate Decoupling* : Encargado de la inserción/supresión de celdas no asignadas para adaptar la rata usada a la disponibilidad del payload del sistema de transmisión



MEDIOS FISICOS ATM

- **Fibra Multimodo:**
 - 622Mbps, SONET STS-12c SDH STM4
 - 100Mbps, codificación 4B/5B
 - 155Mbps, SONET STS-3c, SDH STM1
 - 155Mbps, codificación 8B/10B
- **Fibra Monomodo:**
 - 622Mbps, SONET STS-12c, SDH STM4, 2Km ó 15Km
 - 155Mbps, SONET STS-3c, SDH STM1, 2Km ó 15Km
- **Par trenzado (cobre) no blindado:**
 - 155Mbps, UTP3/5, SONET STS-3c, SDH STM1, 100m
 - 51.84Mbps, UTP3/5, 100m/160m
 - 25.92Mbps, UTP3/5, 170m/270m
 - 12.96Mbps, UTP3/5, 200m/320m
 - 25.6Mbps, UTP3/4, 100m
 - 1.5Mbps, DS1 2Mbps, E1



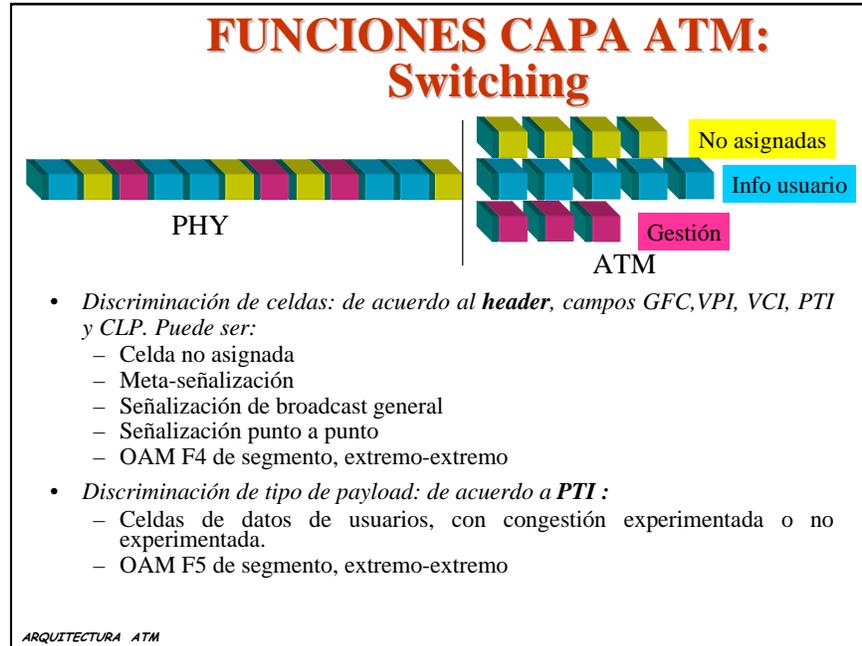
Funciones de la capa ATM

La capa ATM tiene como función principal llevar información de un nodo a otro. Para esto debe manejar actividades de procesamiento y enrutamiento de celdas; además está encargada de garantizar la calidad del servicio de las conexiones.

La operación de esta capa se hace enlace por enlace. Por esto, el direccionamiento de la celda solo tiene significado en un enlace entre nodos adyacentes y no tiene una connotación global. Esto provee una gran ventaja, pues hace muy cortas las direcciones y simplifica el proceso de enrutamiento.

La capa ATM Define el contenido del header en las celdas, en los puntos extremos, con excepción del campo del HEC, que es definido por la capa física.

En los nodos intermedio, el contenido del HEADER es modificado por esta capa y el HEC recalculado por la capa física.

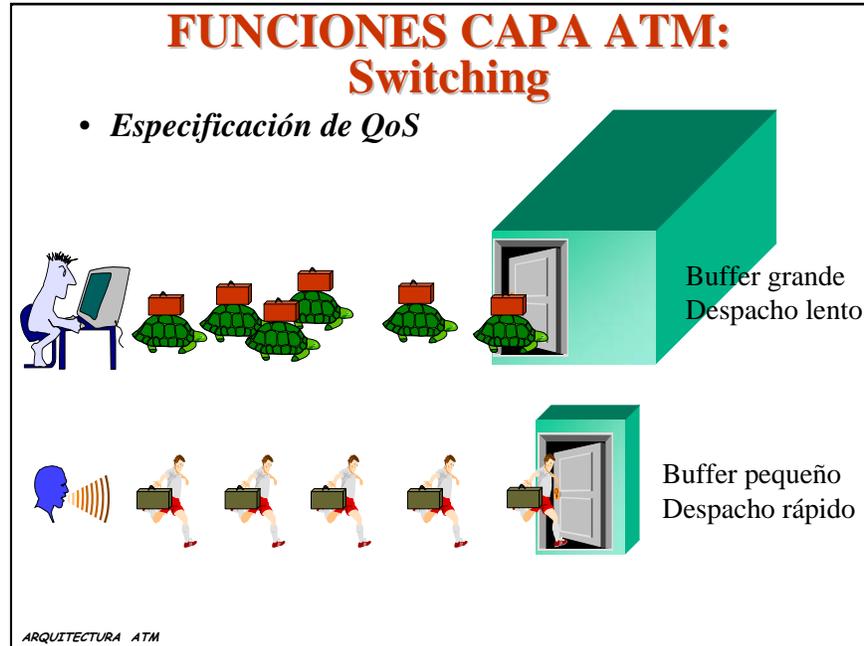


Discriminación de celdas: detecta celdas no asignadas así como celdas de gestión; esto se hace de acuerdo al encabezado, según los valores de GFC, VPI, VCI, PT y CLP. Tipos de celdas:

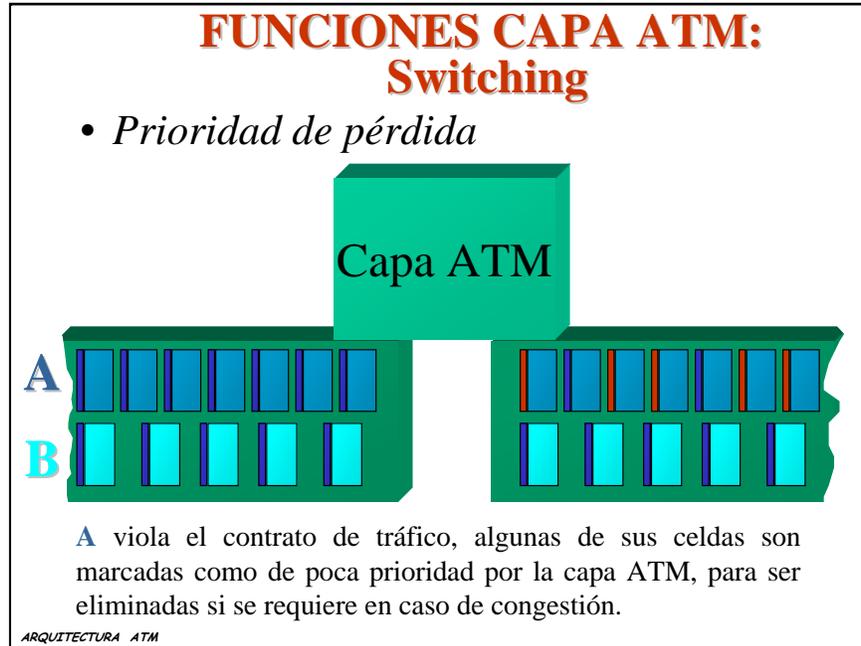
- Las celdas no asignadas se usan para entregar un flujo constante hacia la capa física.
- Las celdas de meta-señalización son usadas para establecer y liberar conexiones virtuales.
- Las celdas de señalización de broadcast distribuyen información de señalización sin importar el perfil del servicio.
- Las celdas de señalización punto a punto se usan simplemente para eso.
- El flujo de celdas OAM F4 las usa la capa ATM para gestión en el nivel de VP

Discriminación de tipo de payload: es similar a la discriminación de celdas, pero se relaciona sólo con el campo PT. Su principal propósito es distinguir entre celdas de información de usuario y celdas de gestión.

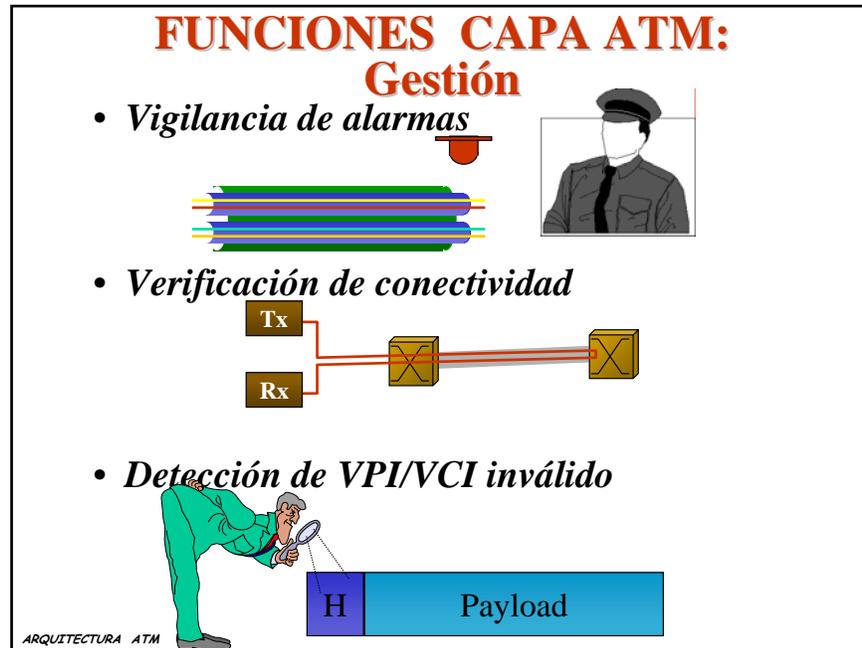
- Celda de datos de usuario, con congestión no experimentada
- Celda de datos de usuario, con congestión experimentada
- El flujo de celdas OAM F5 las usa la capa ATM para gestión en el nivel de VC.



•**Especificación de QoS:** la capa ATM soporta conexiones con diferentes propiedades de QoS. Celdas de diferentes conexiones se tratan de manera diferente, para cumplir los requerimientos de QoS para cada conexión particular. Por ejemplo, la capa ATM puede usar muchas colas de salida con diferentes prioridades para un enlace, trayendo como resultado retardos diferentes para las conexiones. También la cantidad de espacio en el buffer puede cambiar por conexión, trayendo como resultado diferentes características de pérdida.



Prioridad de pérdida: para esto se usa el CLP, el cual especifica si una celda puede ser descartada en condiciones de alto tráfico. Este campo puede ser manipulado en los switches en caso de presentarse congestión o violación del contrato de tráfico.



Funciones de la capa ATM: Gestión

Usadas básicamente para cumplir funciones de gestión de fallas e información de interfaz de gestión local.

• **Vigilancia de alarmas:** consiste en detección, generación y propagación de avisos de fallas de VCC/VPC. Las alarmas generadas para avisar a otros switches son enviadas a través de celdas OAM F4 o F5.

• **La verificación de conectividad** es una función de OAM que permite que el switch realiza un loop-back test (test de bucle cerrado) en el enlace .

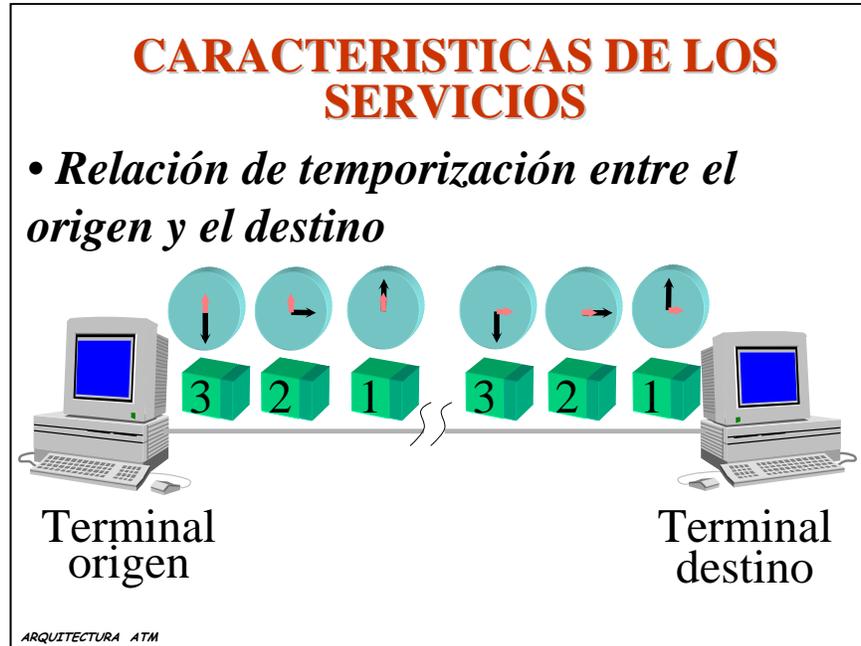
• **La detección de VCI/VPI inválidos** simplemente detecta valores de VPI/VCI incorrectos y descarta la celda si no es posible corregirlo con el HEC.



En la gráfica podemos ver como se localizan los servicios sobre las capas de ATM.

Podemos observar que tanto las capas física como la ATM son iguales para cualquier tipo de servicio.

Por el contrario, la capa AAL es la encargada de dar la versatilidad a ATM, necesaria para llevar diferentes tipos de tráfico.



Caracterización de los servicios

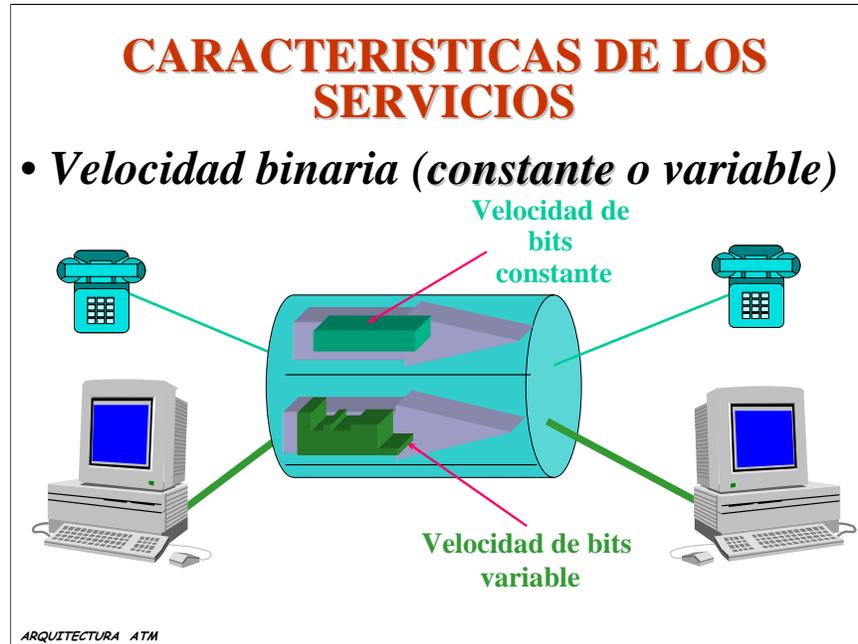
Como hemos mencionado, existen diferentes tipos de capas AAL para diferentes tipos de servicio. Para facilitar la manera de definir la correspondencia entre los servicios y las capas de adaptación, se han definido diferentes clases de servicio, según su naturaleza y requerimiento.

A continuación veremos que parámetros son usados para la definición de servicios.

Relación de temporización entre el origen y el destino: Para asegurar el funcionamiento de servicios de tiempo real se necesita una sincronización entre los terminales de transmisión y recepción, de manera que la información sea obtenida en el momento justo, a los intervalos adecuados. En este caso es importante la diferencia con que llegan las celdas, y no tanto el tiempo que le tome a una celda alcanzar el otro extremo.

Por ejemplo, la celda 1 fue enviada a las 12:00, y las celdas 2 y 3 fueron enviadas posteriormente, a intervalos de 15 minutos (es decir 12:15 y 12:30, respectivamente).

Debido a retardos de la red y a mecanismos usados para compensarlos, las celdas arriban a su destino tres horas más tarde. En el caso de requerirse sincronización de tiempo, como se muestra en la figura, la celda 1 llega a las 3:00, mientras las celdas 2 y 3 llegan a intervalos de 15 minutos (es decir 3:15 y 3:30). Es decir, cuando requiere sincronismo, las celdas deben llegar separadas el mismo intervalo de tiempo con el que salieron de la fuente.



Velocidad binaria se refiere a los requerimientos de velocidad que tiene el servicio.

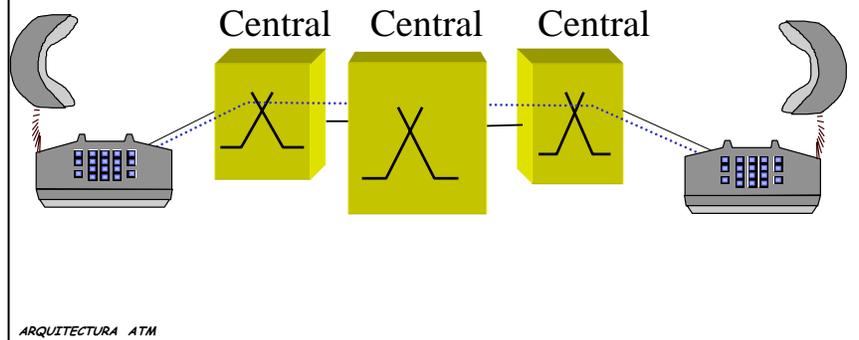
Un servicio es de velocidad binaria constante, cuando posee un flujo de información continuo, es decir, siempre debe transmitir el mismo número de bits en determinado tiempo.

Ejemplos de servicios que usan tasa de bits constante son servicios de emulación de circuitos TDM, canales de voz PCM, canales de video sin compresión, entre otros.

La velocidad es variable cuando durante el tiempo que está establecida la conexión ésta puede variar entre diferentes valores.

CARACTERISTICAS DE LOS SERVICIOS

- *Modo de conexión (Orientado a la conexión o no orientado).*



Modo de conexión

Los servicios pueden ser orientados a la conexión o no orientados a la conexión.

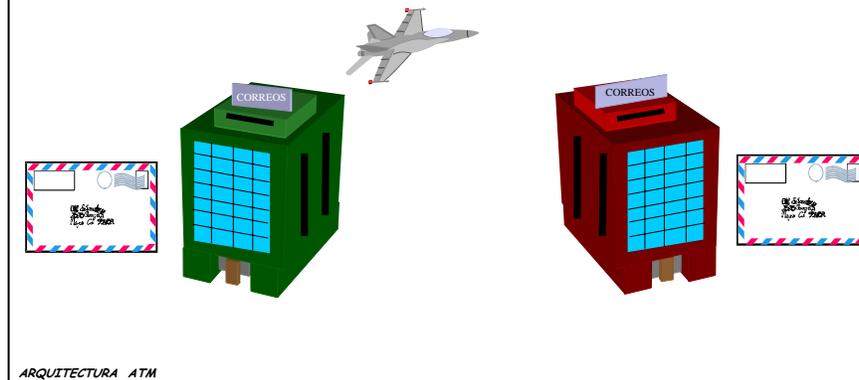
Un servicio es orientado a la conexión, si se necesita establecer el camino de comunicación entre los extremos antes de iniciar la transmisión de los mensajes.

Para entender mejor este concepto, daremos un ejemplo del servicio de telefonía, que es orientado a la conexión:

En este caso, el abonado antes de comenzar a hablar con el otro extremo debe solicitar la llamada y si esta es respondida entonces se tendrá listo el canal de comunicación entre los dos; una vez el canal está establecido, puede empezar la comunicación entre los extremos, sólo durante la existencia del canal.

CARACTERISTICAS DE LOS SERVICIOS

- *Modo de conexión (Orientado o no orientado a la conexión).*



Modo de conexión

Los servicios son no orientados a la conexión cuando se envía la información antes de establecer el camino entre las partes, es decir, se envía el mensaje identificando el destino para que la red resuelva esta dirección y entregue el mensaje; en este caso se envía un mensaje sin saber cómo va a enrutarse ni qué camino va a recorrer para llegar a su destino.

Un ejemplo que podemos usar de servicio no orientado a la conexión es una carta. Cuando enviamos una carta, lo primero que hacemos es escribir el mensaje. Posteriormente depositamos el mensaje en un sobre, que regularmente tiene la identificación del destinatario (Nombre y dirección) y del remitente. A continuación el sobre con el mensaje se lleva a la oficina de correo que es la encargada de hacer llegar el mensaje al destinatario.

CLASIFICACION DE LOS SERVICIOS				
CLASE	A	B	C	D
Temporización fuente/destino				
Velocidad binaria				
Conexión				
AAL	1	2	3 - 5	4

Servicios de emulación de circuitos, voz sin compresión, video sin compresión

ARQUITECTURA ATM

Clasificación de los servicios

Para definir las características de los servicios, se han considerado cuatro grupos que reúnen los servicios según su naturaleza, de acuerdo a las características de los servicios mencionadas anteriormente. Estos han sido llamados clases de servicio.

Las clases de servicios están asociadas con las capas de adaptación, quienes son las encargadas de transformar la información al formato ATM, de manera diferente según el servicio.

La clase de servicio A se define para servicios que requieren sincronización de tiempo entre el origen y el destino. Además generan un flujo de tráfico constante y requieren establecer una conexión antes de iniciar la comunicación.

Para esta clase de servicio se usa la capa de adaptación AAL1; servicios de este tipo son Servicios de Emulación de circuitos E1 ó E3, canales de voz PCM (voz sin compresión a 64Kbps), transmisión de video sin compresión, entre otros.

CLASIFICACION DE LOS SERVICIOS				
CLASE	A	B	C	D
Temporización fuente/destino				
Velocidad binaria				
Conexión				
AAL	1	2	3 - 5	4

Servicios de tasa de bits variable con sincronismo, audio y video comprimidos.

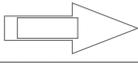
ARQUITECTURA ATM

Calsificación de los servicios

Servicios de clase B

Este tipo de servicios requiere sincronización entre la fuente y el destino, pero no usa velocidad de bits constante, sino variable en el tiempo; está definida para servicios orientados a la conexión. La capa de adaptación usada es la capa AAL2

Ejemplos de servicios de esta clase son transmisión de audio y video comprimidos.

CLASIFICACION DE LOS SERVICIOS				
CLASE	A	B	C	D
Temporización fuente/destino				
Velocidad binaria				
Conexión				
AAL	1	2	3 - 5	4

Servicio de datos orientado a la conexión; LANs ATM, Frame Relay.

ARQUITECTURA ATM

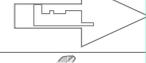
Clasificación de los servicios

Los **servicios de Clase C** no tienen exigencias de sincronización entre la fuente y el destino, y tiene una velocidad binaria variable; se usa para servicios orientados a la conexión.

Para estos servicios se usan las capas de adaptación AAL3 y AAL5.

Es importante anotar que la capa AAL3 ha sido desplazada por AAL5, por ser esta última más eficiente en cuanto a corrección de errores y uso del payload de la celda.

El tipo de servicios soportados son básicamente transporte de datos orientados a la conexión como LANs ATM, transporte de LAN legadas, Frame Relay, entre otros.

CLASIFICACION DE LOS SERVICIOS				
CLASE	A	B	C	D
Temporización fuente/destino				
Velocidad binaria				
Conexión				
AAL	1	2	3 - 5	4
Servicio de datos no orientado a la conexión como SMDS				

ARQUITECTURA ATM

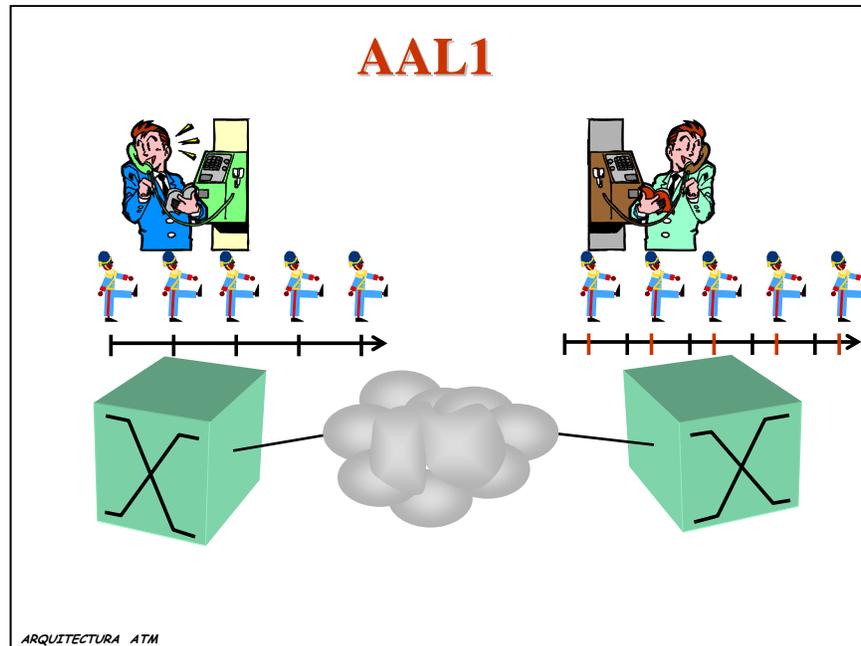
Clasificación de los servicios

Los **servicios de clase D** son servicios que no requieren sincronización entre fuente y destino, y poseen una tasa de bits variable. No son orientados a la conexión.

La capa de adaptación planeada para esta clase de servicios es la AAL4. Debido a similitudes entre las AAL3 y AAL4, fueron reunidas en AAL3/4, que posee capacidades para servicios orientados o no orientados a la conexión. Por otra parte, la capa AAL5 ha desplazado a éstas y actualmente se usa también para servicios no orientados a la conexión.

Ejemplos de servicios que pertenecen a esta clase son servicios de transmisión de datos no orientados a la conexión como SMDS (switched multimegabit data service).

Las capas de adaptación actualmente mejor definidas son las AAL1 y AAL5, que estudiaremos más adelante.



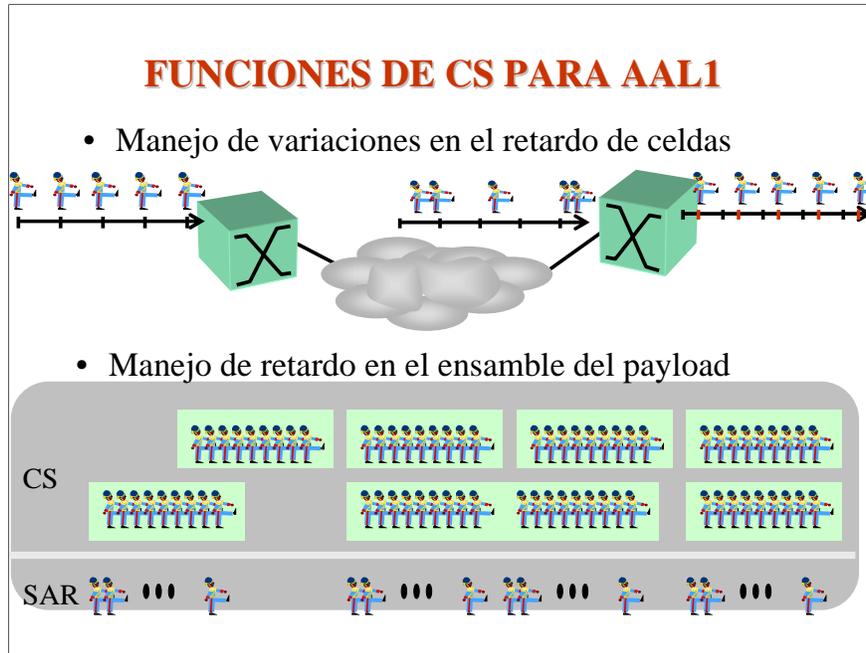
AAL1

La capa de adaptación AAL1 transmite datos de usuario entre extremos a una tasa de bits constante, después de haber establecido una conexión apropiada. Está diseñada para servicios de clase A, que generan tráfico de tasa de bits constante.

En este tipo de servicios es más importante el orden de arribo de celdas que los problemas originados por la pérdida de ellas.

Los principales servicios de AAL1 son:

- Transferir unidades de datos con una tasa de bits constante en la fuente, con la misma tasa en el destino.
- Debe transferir la información de tiempo entre los puntos terminales
- Transferir información de la estructura de datos
- Indicar información perdida o información de errores que no se pueden cubrir por la capa AAL



Funciones de la subcapa de convergencia para AAL1 (1/3)

Las funciones de la CS depende de el tráfico particular AAL1, según los servicios de los usuarios. Para esto, la CS puede desempeñar combinación de las siguientes funciones:

- Manejo de variaciones del retardo de las celdas (CDV)

Las celdas en la red sufren diferentes retardos, razón por la cual no llegan al destino con la misma frecuencia con que fueron emitidos en el transmisor. En el switch destino, posiblemente con la utilización de buffers, la AAL se encarga de compensar estos retardos.

- Manejo de retardo en el ensamble de payload de celdas

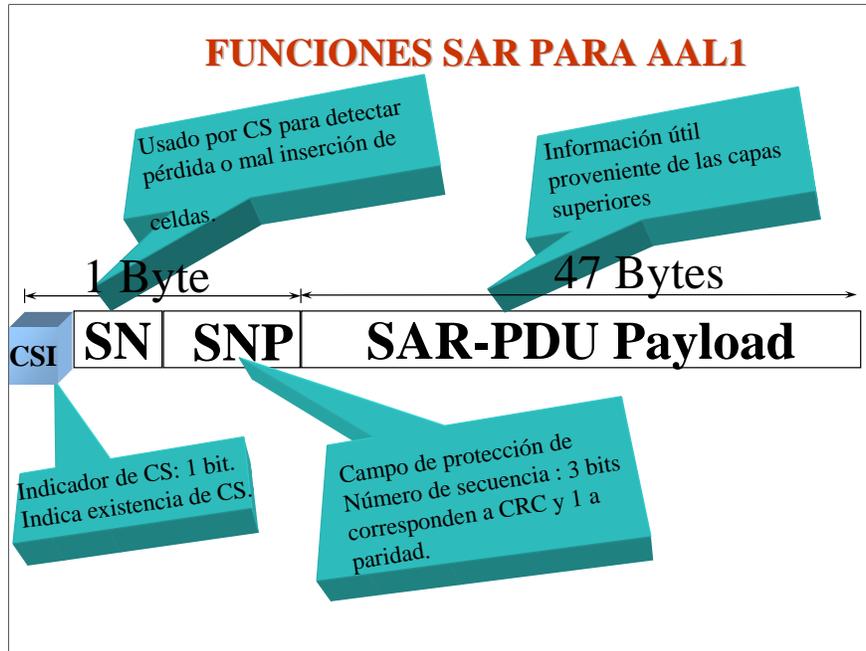
No siempre le tomará a la capa SAR el mismo tiempo ensamblar un grupo de celdas que reciba; por esto, la subcapa de convergencia debe también compensar los retardos originados por estos conceptos. Es importante recordar que el problema en este tipo de servicios no es el retardo, es más problemático tener retardos diferentes para cada celda o paquete, que es lo que se debe compensar.

- Recuperación del reloj de la fuente en el receptor

Se encarga de recuperar la información de reloj que tenía la señal originalmente, según la información de control y usuario recibida por la CS.

- Monitoreo de celdas perdidas y mal insertadas y posibles acciones correctivas

Verifica si se han perdido celdas, y si es necesario, realiza acciones correctivas; también si hay celdas que no correspondan (por secuencia) ya que han llegado en un momento en el que no se esperaba, busca acciones correctivas (p.ej. descartar o, si es posible, reorganizar).



Funciones SAR para AAL1

La capa SAR (segmentación y reensamble) toma 47 bytes de la trama y le adiciona un byte de encabezado, usado para funciones de control de la capa. Estos 48 bytes conforman la unidad de datos de protocolo de la capa SAR (SAR-PDU), que conformará el payload de la celda.

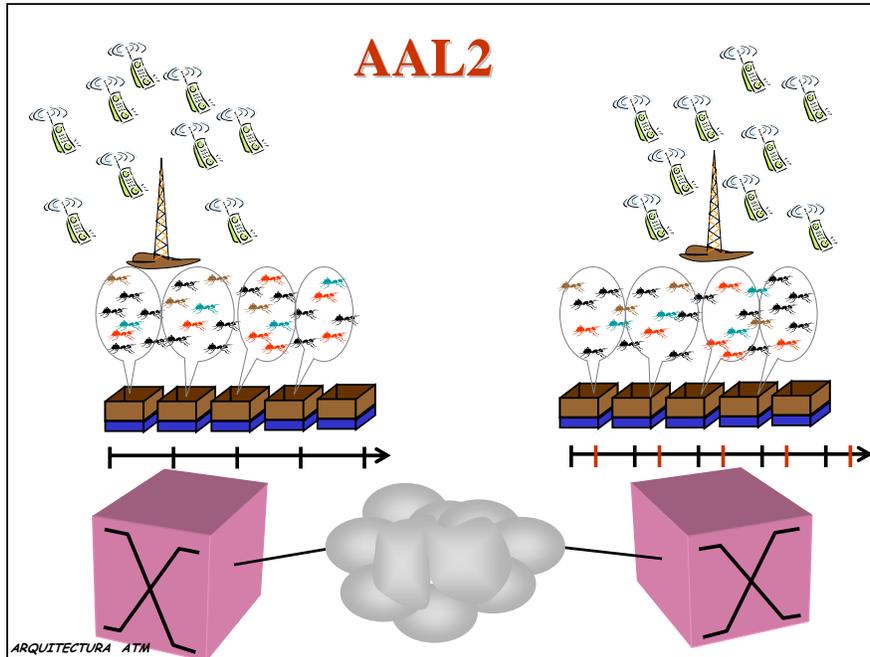
El primer campo presente en la trama es el Indicador de CS (CSI), es un bit que indica la existencia de la subcapa de convergencia, y puede ser usado para algunos métodos de recuperación de reloj.

El siguiente campo en el header introducido por la capa AAL1 es el campo de número de secuencia. El tamaño de este es 3 bits, y es generado por la subcapa de convergencia y entregado a la capa SAR. Este valor es usado por la subcapa de convergencia en el destino para detectar celdas perdidas o mal insertadas, y con base en esto tomar medidas correctivas

Finalmente este encabezado tiene un campo de protección de número de secuencia de 4 bits, que permite corrección de errores simples y detección de errores múltiples. Los primeros tres bits corresponde a un chequeo de error cíclico, y el último bit es un bit de paridad, aplicado sobre los 7 bits anteriores del encabezado.

Finalmente tenemos la información útil, que son los datos del servicio que deben ser transmitidos. El campo de información útil queda limitado entonces a los 47 bits restantes del SAR-PDU.

El campo SAR-PDU se pasa a la capa ATM, que se encarga de poner el encabezado y enrutar la celda sobre la red, cuidando que pueda cumplir con los requerimientos de tiempo establecidos.



AAL2

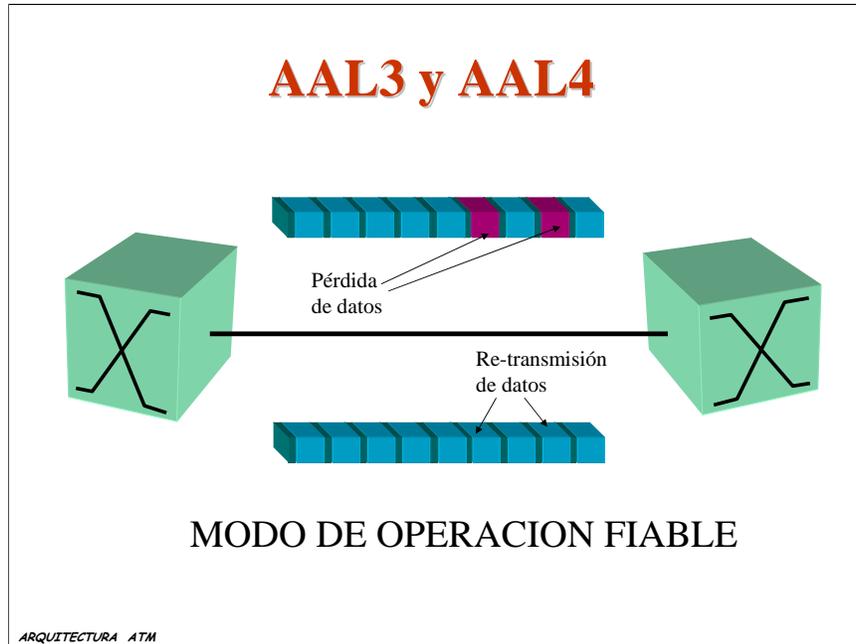
Es diseñada para cubrir la necesidad de muchas aplicaciones de transmitir paquetes pequeños a lo largo de la red.

Aplicaciones de este tipo incluyen interconexión de PABX con compresión de voz, backbone ATM para sistemas celulares y PCS, acceso inalámbrico, trunking ATM en centrales PSTN, entre otras.

AAL2 es adecuado cuando la aplicación genera paquetes pequeños y cuando no se toleran retardos.

Este tipo de aplicaciones podría hacer que se enviaran celdas parcialmente llenas, desperdiciando capacidad de la celda; por esto el esquema propuesto para AAL2 es usar una celda para transmitir varias conexiones sobre ella, desperdiciando al mínimo la capacidad del payload de las celdas.

El resultado es un protocolo que ha sido denominado SMAAL: small packet multiplexed AAL.



AAL3 y AAL4

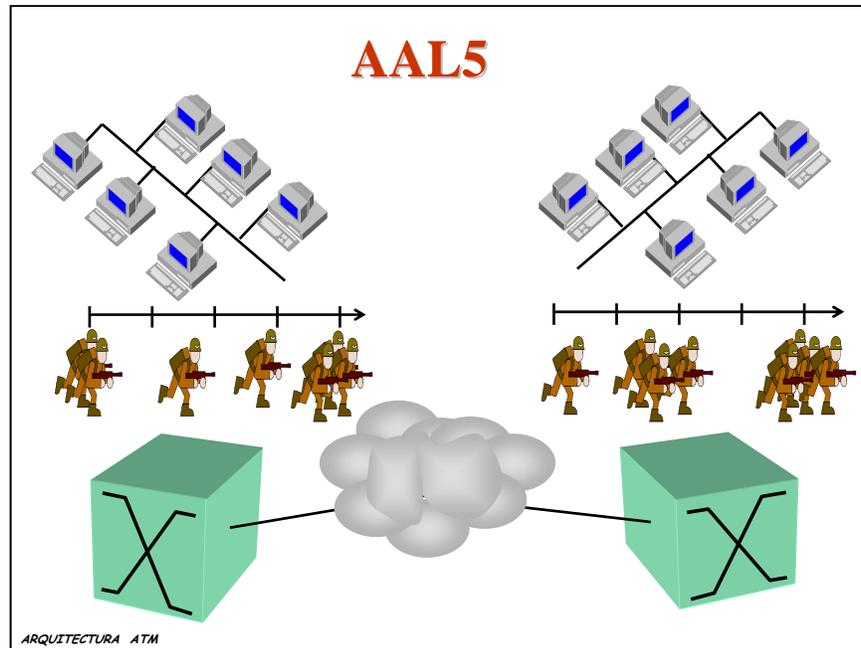
AAL-3 se diseña para transferir los datos con tasa de bits variable que son independientes del tiempo. AAL-3 puede ser dividido en dos modos de operación:

Fiable: En caso de pérdida o mala recepción de datos estos vuelven a ser enviados. El control de flujo es soportado.

No fiable: La recuperación del error es dejado para capas mas altas y el control de flujo es opcional.

AAL-4 se diseña para transportar datos con tasa de bits variable independientes del tiempo. Es similar al AAL3 y también puede operar en transmisión fiable y no fiable. AAL-4 provee la capacidad de transferir datos fuera de una conexión explícita.

AAL 2, AAL 3/4 y AAL 5 manejan varios tipos de servicios de datos sobre la base de tasas de bits variables tales como Switched Multimegabit Data Service (SMDS), Frame Relay o tráfico de redes de área local (LAN). AAL 2 y AAL 3 soportan paquetes orientados a conexión.

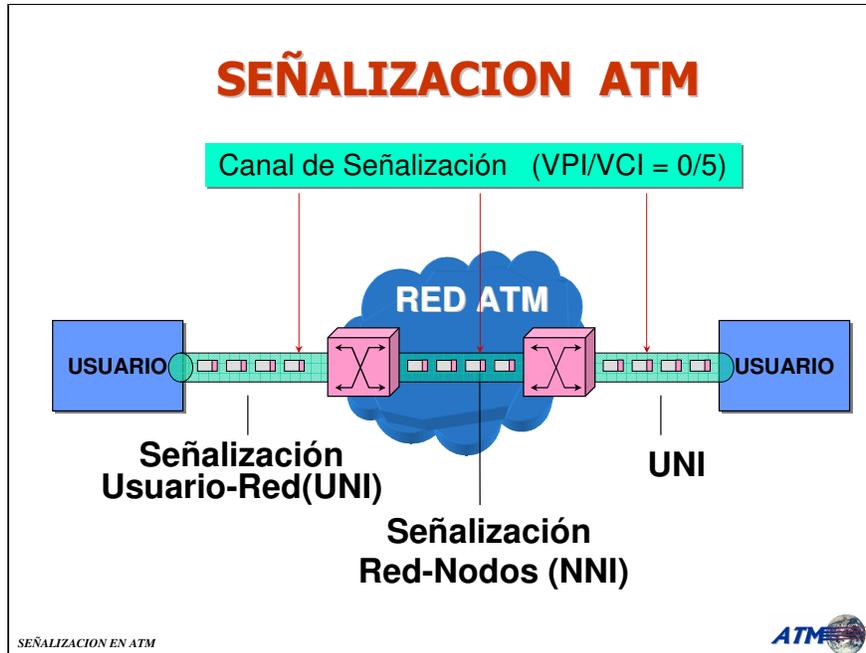


AAL5

La capa de Adaptación a ATM AAL5 ha sido diseñada para llevar tráfico típico de LANs actuales. Inicialmente se diseñó AAL3/4 para este propósito, pero no demostró ser eficiente.

AAL5 provee un servicio de transporte que funciona con menos overhead y permite mejor detección de errores que AAL3/4. Es típicamente asociada con servicios de tasa de bits variable (VBR) y tasa de bits disponible (ABR).

Otro atributo de AAL5 es usar el campo PTI del encabezado para indicar que una celda soporta tráfico AAL5, en vez de usar el payload. También posee un CRC de 32 bits con el objeto de evitar pérdida de celdas o desorden.



En la red ATM se especificó dos tipos de señalización: Señalización entre el equipo del usuarios y la red conocida como señalización **UNI** y señalización entre nodos de la red llamada señalización **NNI**.

La señalización UNI especifica los procedimientos para **establecer dinámicamente, mantener y clarear conexiones** virtuales ATM en la interfaz Usuario - Red, tanto en la conexión de de origen como de destino.

La señalización NNI especifica los procedimientos para **establecer dinámicamente, mantener y clarear conexiones** ATM entre nodos de la red como una continuación de una solicitud de conexión iniciada con señalización UNI.

Protocolo de señalización.

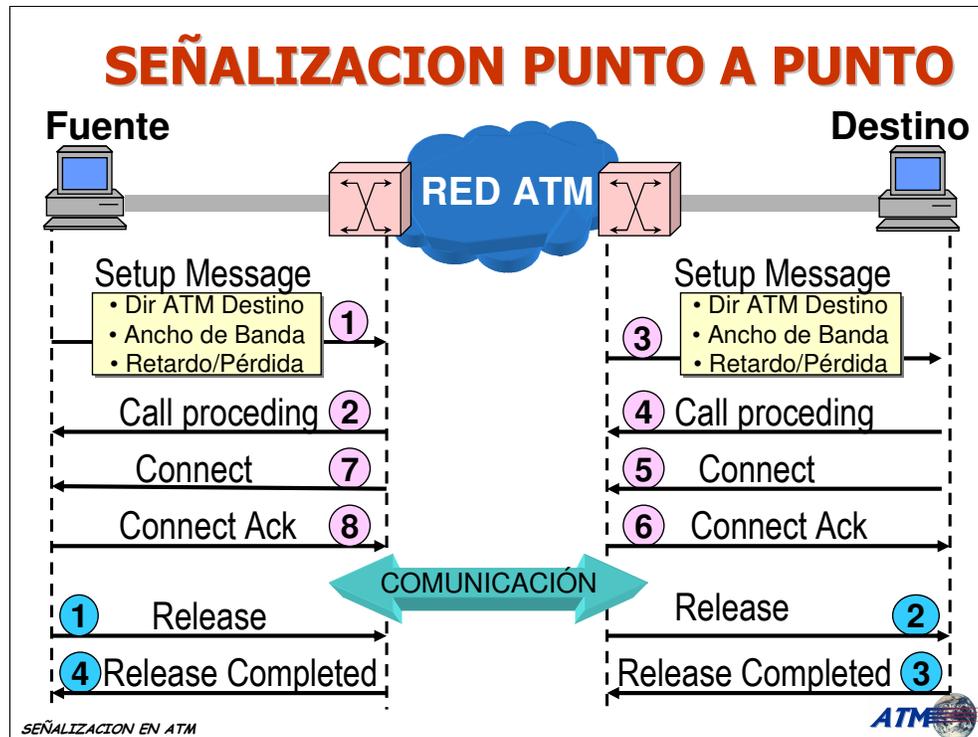
El protocolo de señalización se usa para establecer conexiones SVC's, los cuales tiene su ventaja sobre las conexiones PVC's porque se establece dinámicamente, mientras que los PVC's se establecen a través de consola de gestión. En el mercado de servicios ATM aparecieron primero los PVC's, pero en 1998 AT&T fue el primer en proveer los SVC's por la disminución de costos para los clientes, y otros carriers como SPRINT y MCIWorldCom han pensado implementar dicho servicio.

Estos procedimientos están basados en la **transferencia de mensajes**, que se intercambian entre los terminales fuente y destino, y entre los switches de la red.

El protocolo de señalización ATM es más complejo que los modelos de señalización que utilizan las centrales telefónicas ya que ATM asegura Calidad de Servicio en la conexión (pérdida de celdas, retardos, etc.) También debe manejar una red escalable de miles de switches.

Para la transmisión de los mensajes de señalización a través de los enlaces ATM se utilizan identificadores de circuito y camino virtual específicos; VPI = 0 y VCI = 5.

En la especificaciones UNI 3.1/4.0 y P-NNI fase 0/1, emitidas por el ATM Forum, se definen los procedimientos para realizar la señalización ATM. Estos protocolos se derivaron de las recomendaciones de señalización de la ITU-T Q.93B y Q.2931.



En las conexiones punto a punto se establece una conexión dedicada entre una aplicación de un usuario origen con otra de un usuario destino. La aplicación puede ser una comunicación telefónica, una sesión windows para trabajo en grupo o una videoconferencia punto a punto que se establece bajo demanda sobre la red ATM.

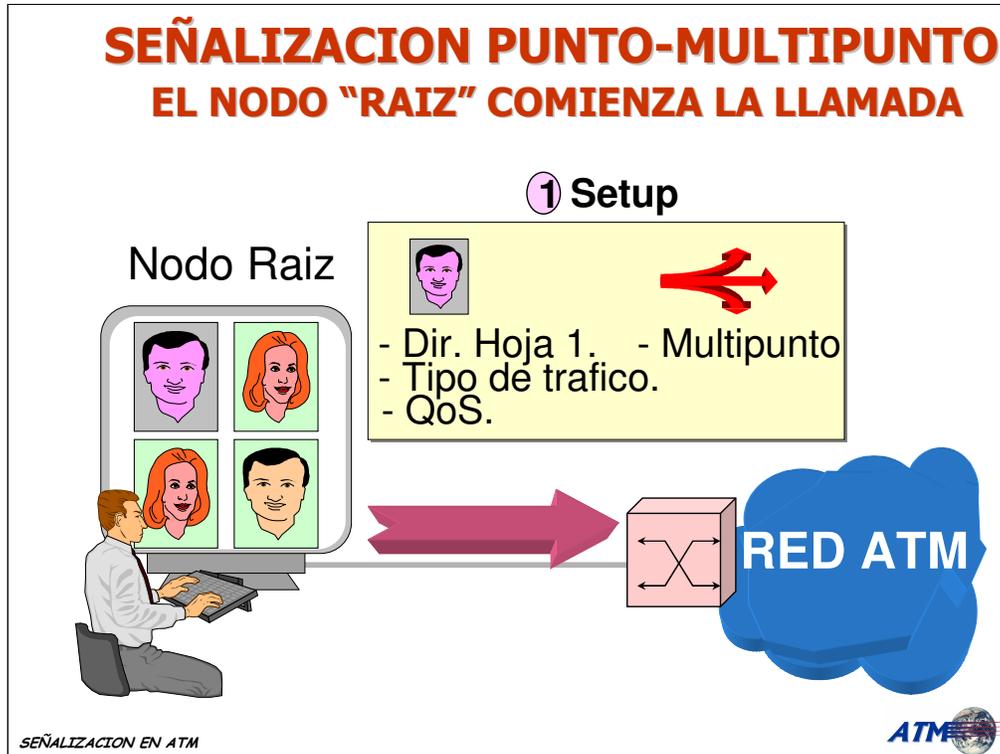
Para establecer la conexión punto a punto, la terminal fuente envía un **Setup Message**, que incluye la dirección ATM del destino, el ancho de banda solicitado y las calidades de servicio (retardo de celdas, pérdida de celdas, etc). Una vez la red recibe este mensaje, retorna un mensaje **Call Proceeding** para indicarle al usuario llamante que el establecimiento de la llamada solicitada ha sido iniciado por la red ATM, además asigna el VPI/VCI que debe usar para la transmisión de los datos posteriormente.

Al mismo instante el switch ATM de origen invoca al protocolo P-NNI que a través de su protocolo de enrutamiento hace llegar el **Setup Message** hasta el switch ATM de destino cerca al terminal solicitado en la conexión. Luego este nodo envía el mismo **Setup Message** al terminal llamado. El terminal retorna un **Call Proceeding**, para indicarle a la red que se ha iniciado el proceso de establecimiento de la llamada.

A continuación el destino responde con **Connect** indicando que acepta la llamada. Al recibir la red este mensaje envía un **Connect Acknowledge** al destino para indicarle que la llamada ha sido recibida su aceptación a la conexión.

La red le notifica al switch local del terminal fuente, el cual envía un mensaje **connect** al usuario llamante para indicarle que la llamada ha sido aceptada por el destino. La estación fuente retorna un mensaje de **connect acknowledge** hacia la red. En este momento se ha establecido el circuito SVC punto a punto y la red queda esperando la terminación de la llamada por alguno de los dos.

La parte que desea terminar la conexión, envía un mensaje de **release** hacia la red. La red entonces enruta este mensaje hasta el otro nodo al cual le envía un mensaje de **release** indicándole que la conexión extremo a extremo se clareó y que debe liberar el canal virtual que se le asignó. Luego el terminal envía un mensaje **release completed**, para indicar que el equipo ha liberado el canal virtual, y que esta disponible para reuso.

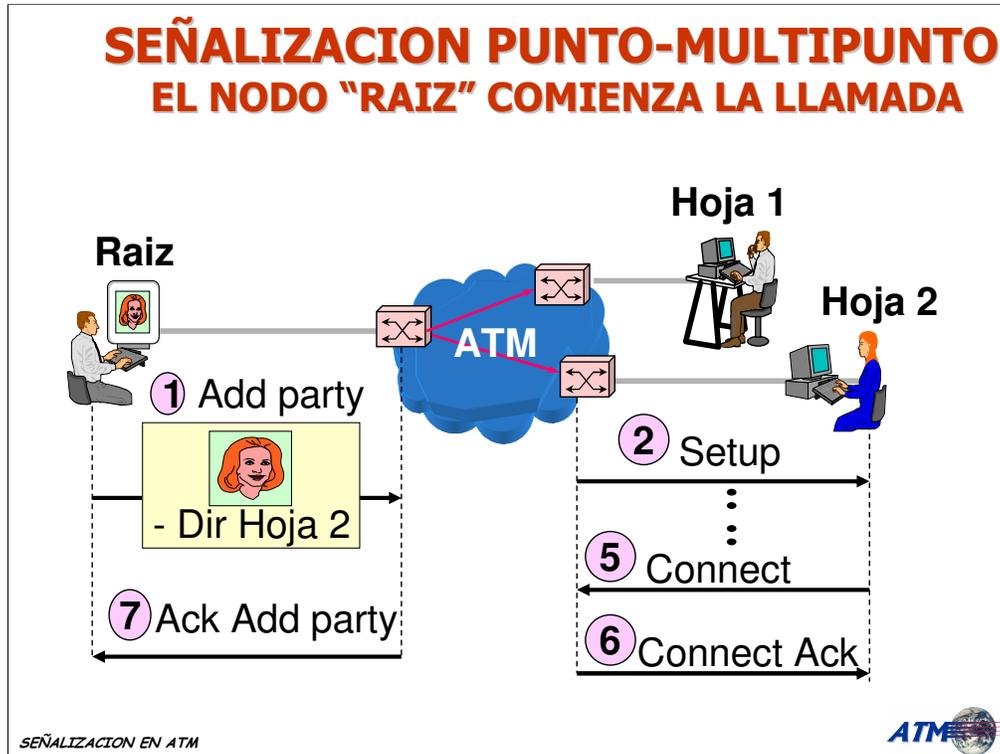


El nodo raiz comienza la llamada.

Una conexión punto - multipunto se origina desde una estación “**root (raíz)**” y se dispersa hacia varios nodos “**leafs**” (hojas). La estación **raíz** inicia la llamada enviando un mensaje de **setup** a su switch local, solicitando un enlace multipunto e identificando la dirección del primer nodo hoja (El procedimiento de señalización para la conexión del primer nodo hoja es igual al explicado para una conexión punto a punto). El switch responde con un mensaje de **call proceeding** y pasa a través del protocolo de enrutamiento se busca la dirección destino y la red envía un mensaje de **setup** al primer destino. El primer destino responde al mensaje de setup con un mensaje de **connect**, el cual es entonces confirmado por el switch con un mensaje de **connect acknowledge**.

Una vez el nodo “**raíz**” detecta la conexión de la primera estación, este señala el segundo destino usando un mensaje de **add party**. Cuando el switch recibe el mensaje **add party**, la red entonces se encarga de enviar un mensaje de **setup** al segundo nodo hoja, el cual responde con un mensaje **connect**. Esta confirmación llega al switch local del nodo raíz el cual envía un mensaje de **add party acknowledge** al nodo raíz. Este proceso se repite para todos los restantes nodos hoja que hacen parte de la conexión SVC punto - multipunto.

Las especificaciones PNNI del ATM Forum definen las capacidades de enrutamiento necesitadas en una red ATM para determinar la ruta de una conexión remota. Una vez se ha establecido la conexión, no se necesitan protocolos de enrutamiento adicionales para que los datos se transfieran a su destino.

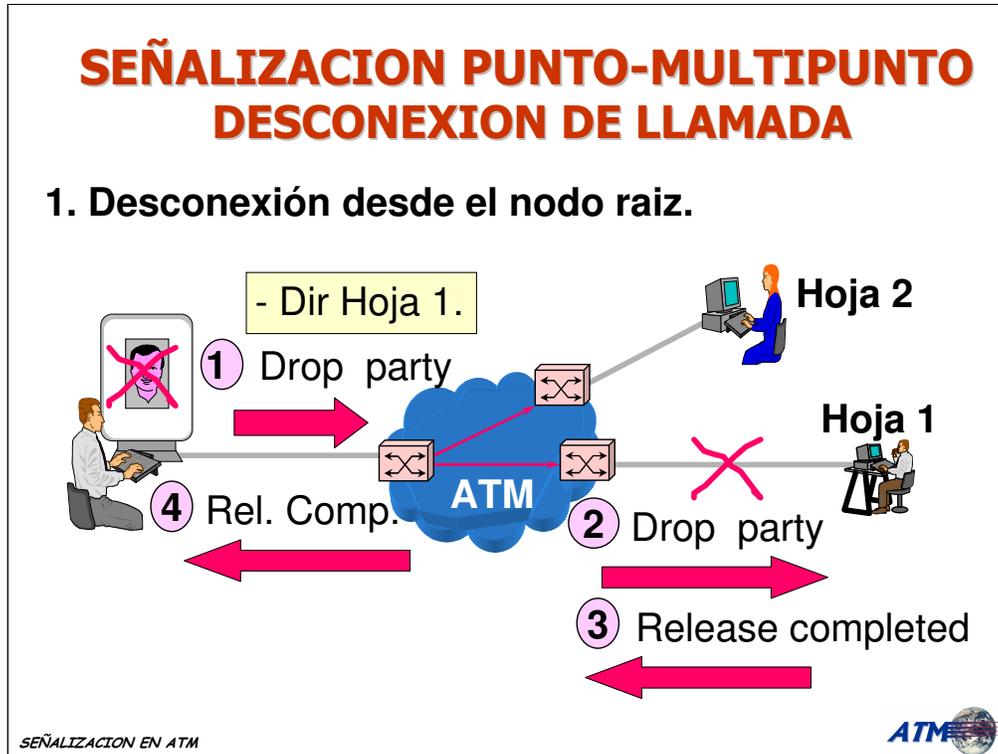


La terminación de una llamada punto-multipunto se puede realizar de diferentes formas, lo cual depende si es el nodo raíz o alguna de las hojas finalicen la llamada. A continuación se describe cada una de estas posibilidades.

Los SVCs punto - multipunto pueden terminarse nodo por nodo o todos a un mismo tiempo, excepto cuando se tienen llamadas Network LIJ, en las cuales hay nodos hoja que se encuentran unidos a la conexión pero que el nodo raíz desconoce su presencia. Para estos casos las hojas que se han autoadherido deben enviar mensajes **drop party** hacia la red.

El nodo raíz o un nodo hoja puede terminar un segmento de la conexión enviando un mensaje **drop party**. De manera idéntica como ocurre en terminación de conexiones punto a punto al terminal que solicita la desconexión se le confirma el mensaje **drop party** mediante el mensaje **release complete**.

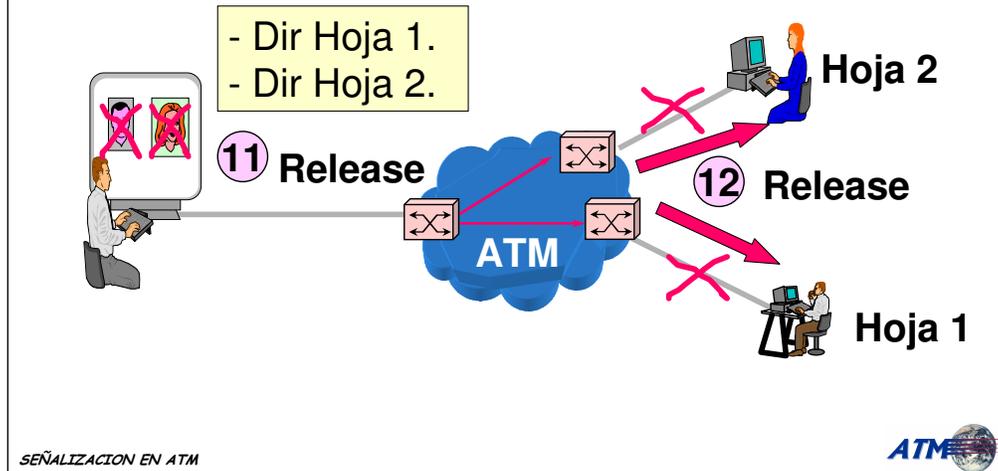
Si toda la conexión punto - multipunto será terminada de una vez, entonces el nodo raíz envía un mensaje **release** con el cual se liberan todos los circuitos virtuales.



Inicialmente analicemos la desconexión de un usuario por decisión del nodo raíz. Para ello el nodo raíz envía un mensaje **drop party** a la red con la identificación del nodo hoja con el cual se quiere terminar la conexión. La red transfiere esta solicitud al nodo local del terminal destino y le hace llegar un mensaje de **drop party**. Finalmente el destino responde con un mensaje de **release completed** a la red indicándole que la operación de desconexión ha sido realizada correctamente y la red por su parte hace llegar al nodo raíz un mensaje **release completed** confirmandole la desconexión del nodo hoja.

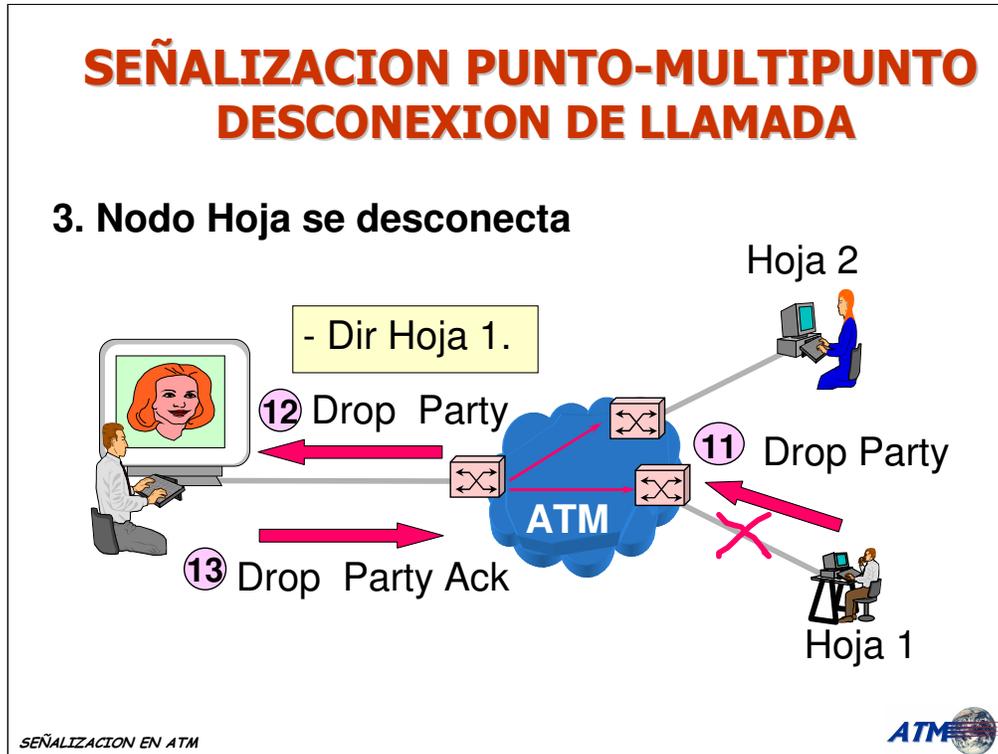
SEÑALIZACION PUNTO-MULTIPUNTO DESCONEXION DE LLAMADA

2. Raíz desconecta todas las Hojas

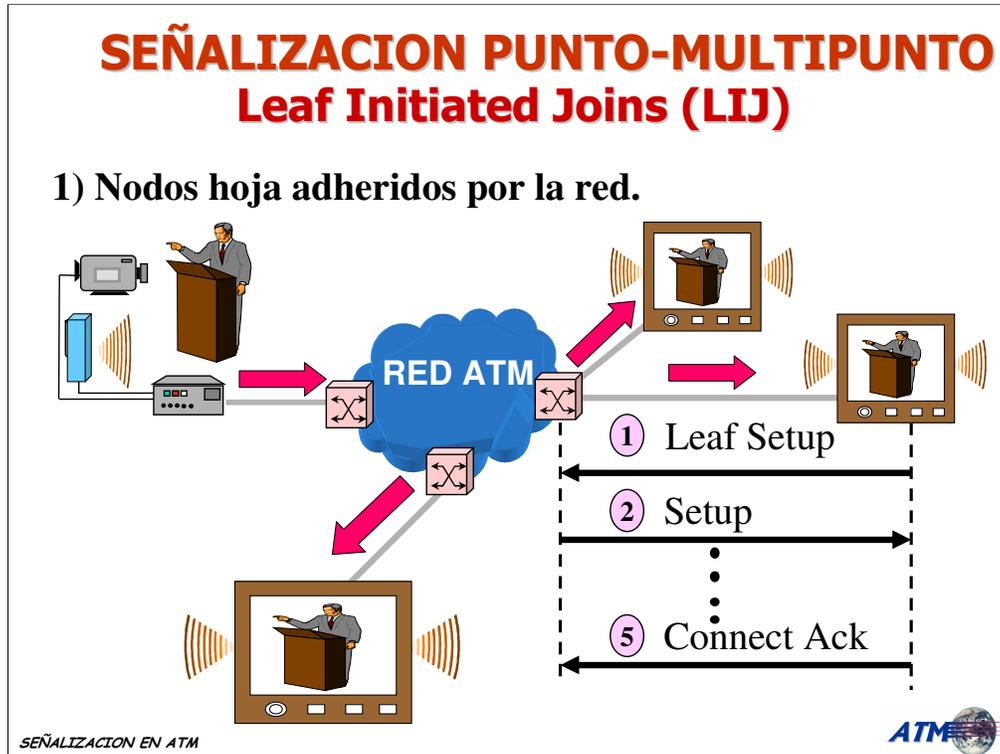


La siguiente forma de desconexión de las llamadas es muy útil en los casos en que el nodo raíz desea terminar todas las conexiones al mismo tiempo, por ejemplo: la finalización de una transmisión en directo de algún partido de fútbol o una Teleconferencia.

Para ello el nodo raíz envía a la red un mensaje de **Release**, con la identificación de la conexión multipunto. Con este dato la red se encarga de ubicar cada uno de los nodos hoja y de realizar la desconexión mediante el envío de mensajes **Release** a todos los nodos hojas los cuales realizan la desconexión y notifican a la red mediante un mensaje de **Release completed** con lo cual la red sabe de la liberación de los circuitos virtuales por parte del usuario.



Ahora vemos la desconexión de un nodo hoja por su propia iniciativa. Para ello el nodo hoja envía un mensaje **drop party** a la red con la identificación de la conexión multipunto de la cual hace parte. La red transfiere esta solicitud enviando un mensaje de **drop party** al terminal raíz con la dirección del nodo hoja que realizó la desconexión. De esta manera la raíz elimina de su lista de participantes al usuario y a continuación envía a la red un mensaje de **Release Completed** para indicarle que la operación de desconexión ha sido realizada exitosamente



PROCEDIMIENTO LEAF INITIATED JOINS (LIJ).

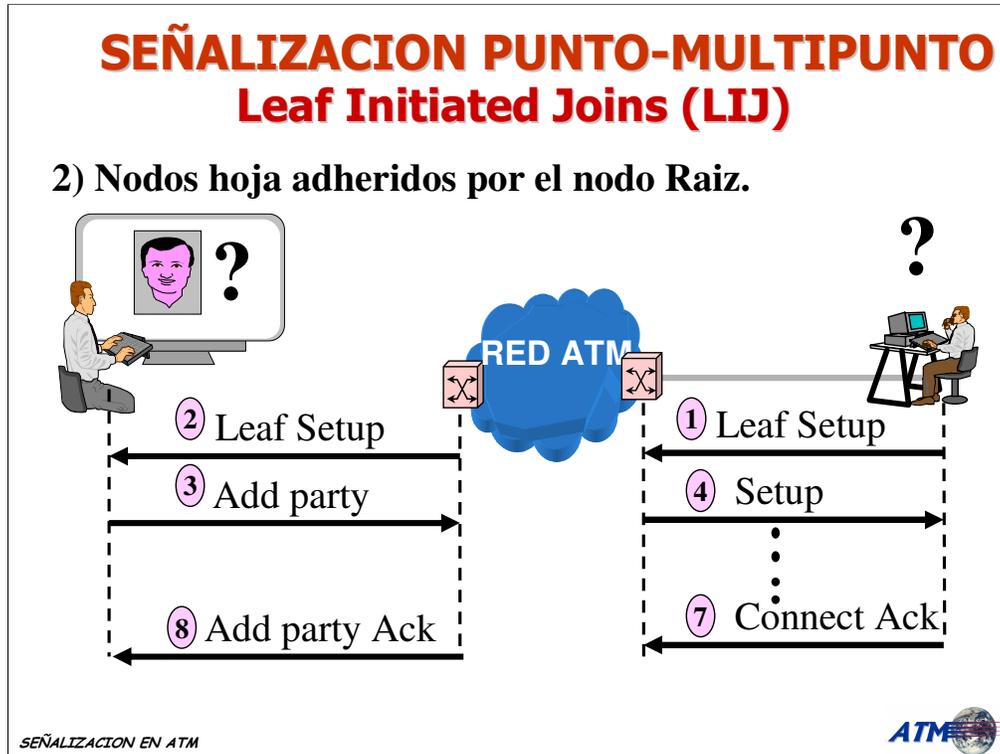
El ATM Forum con UNI 4.0 ha implementado un proceso conocido como **Leaf Initiated Joins (LIJ)** para permitir la entrada de nodos hojas a conexiones punto-multipunto. (bajo las especificaciones de UNI 3.1 solamente el nodo raíz es quien puede permitir y establecer una conexión).

En UNI 4.0 el mensaje de **setup** mostrado en el paso uno incorpora elementos de información adicionales para manejar los procesos LIJ.

Se han establecido dos tipos de llamadas punto-multipunto, de acuerdo a la forma como nuevos nodos hojas se adhieran a una conexión ya existente: 1) la red se encarga de **adicionar automáticamente** nodos hojas, proceso conocido como *Network LIJ* y 2) el nodo raíz controla su adición, proceso conocido como *raíz LIJ*.

1) Nodos Hojas Adheridos por la Red (Network LIJ)

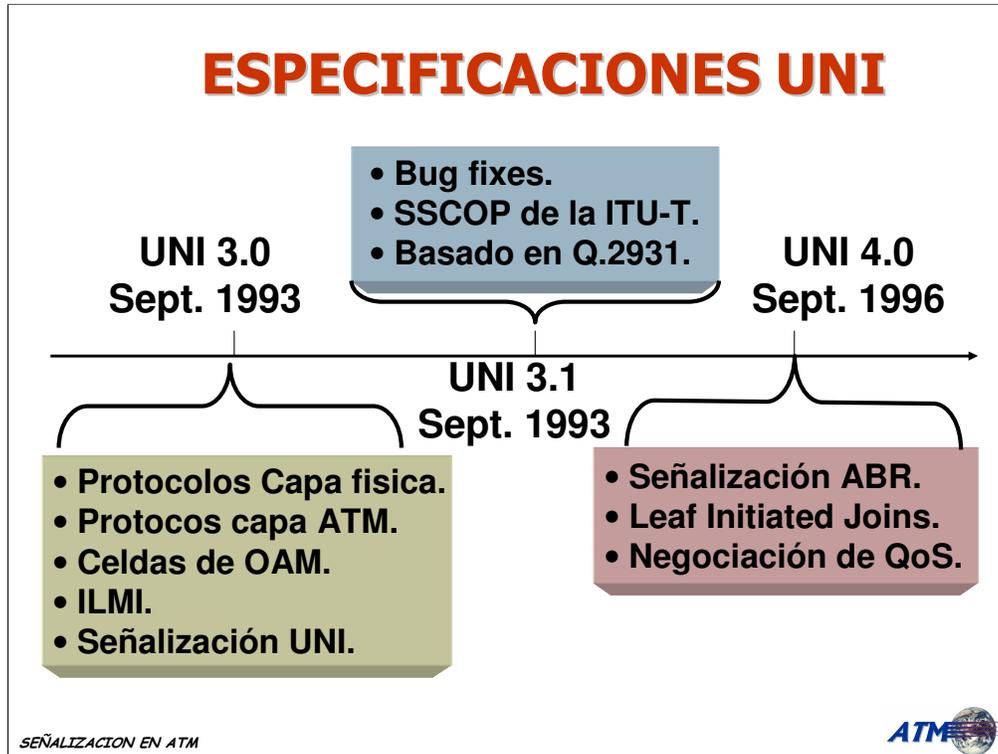
El proceso seguido para la creación de una llamada Network LIJ es idéntico al procedimiento descrito para la creación de llamadas punto a multipunto explicado en el paso anterior. La única diferencia es que el mensaje SETUP contiene elementos de información adicionales. El mensaje de setup inicial que envía el nodo raíz, contiene los parámetros LIJ y el Identificador de llamada LIJ. Los parámetros LIJ se utilizan para fijar las opciones de la llamada. El identificador de llamada LIJ junto con la dirección del nodo raíz los utiliza la red para diferenciar la llamada Network LIJ de todas las otras que existan. A continuación se describen los pasos seguidos para la adición de un nodo hoja a una llamada Network LIJ.



En el paso uno la hoja emite un mensaje **leaf setup request** que contiene la dirección del nodo raíz, el identificador de llamada LIJ y un numero de secuencia del nodo hoja. En el paso 2 la red responde con un mensaje de **setup** que reenvía el numero de secuencia del nodo hoja. Los restantes pasos son los mismos que para la configuración de una llamada punto-multipunto. El raíz no obtiene ninguna información de las nuevas hojas, no puede determinar cuantas hojas están recibiendo sus transmisiones y no puede desconectar ninguna hoja que haya sido adherida por si misma.

2) Nodos Hojas Adheridos por el Nodo “Raíz” (raíz LIJ).

La figura muestra las interacciones que ocurren cuando un nodo hoja intenta unirse a una llamada punto-multipunto *raíz LIJ*, usando el mensaje **leaf setup request**. La red dirige hacia la el nodo raíz esta solicitud a través de un mensaje **leaf initiate request**. Cuando la raíz recibe este mensaje, esta puede rechazar la solicitud enviando un mensaje **leaf setup failure**, o adicionar el nodo hoja enviando un mensaje **add party**. En el ultimo caso, se aplican los procedimientos ya explicados para conexiones punto - multipunto, con una pequeña excepción que el numero de secuencia del nodo hoja transportado por el mensaje **leaf setup request** se reenvía en el mensaje **add party**.



Comparación Especificaciones UNI

Especificaciones de la Interfaz Usuario Red.

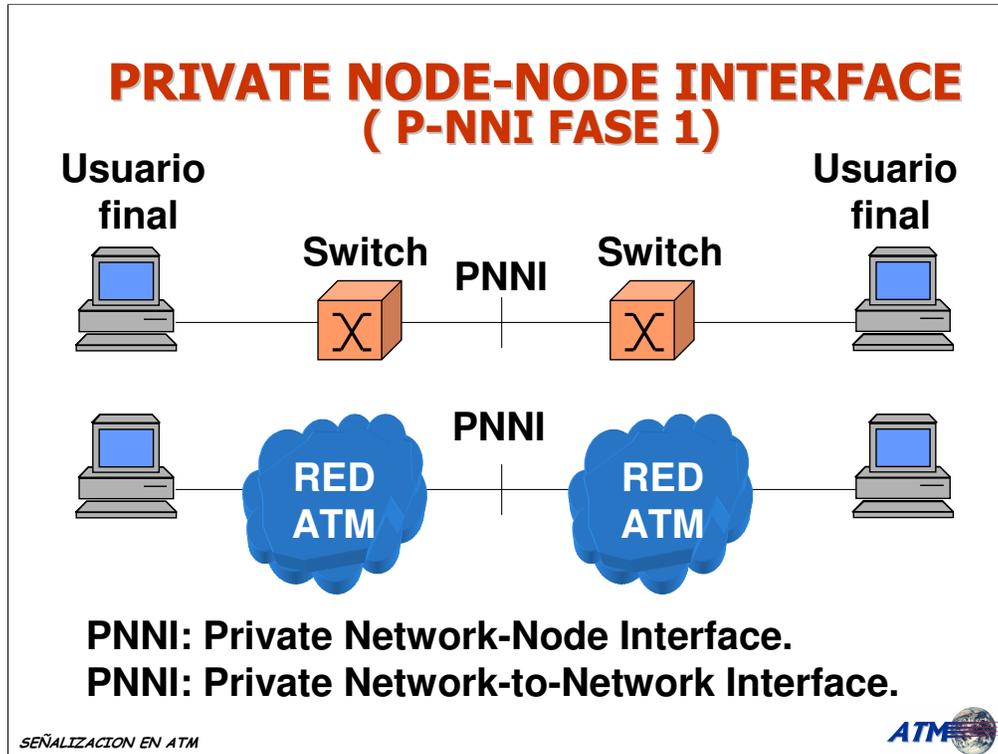
Se encargan de definir funciones tales como los protocolos de las capas físicas, ATM y AAL.

Se han definido ampliaciones (addendum) y se han tomado capítulos como especificaciones separadas (p.ej.. ILMI, Traffic Management, etc).

En las especificaciones de la UNI 3.0 se definieron protocolos de la capa física, donde se incluyen algunos medios de acceso, protocolos de la capa ATM, uso de celdas de Operación, administración y mantenimiento. También se da una especificación inicial de ILMI y aspectos de señalización UNI.

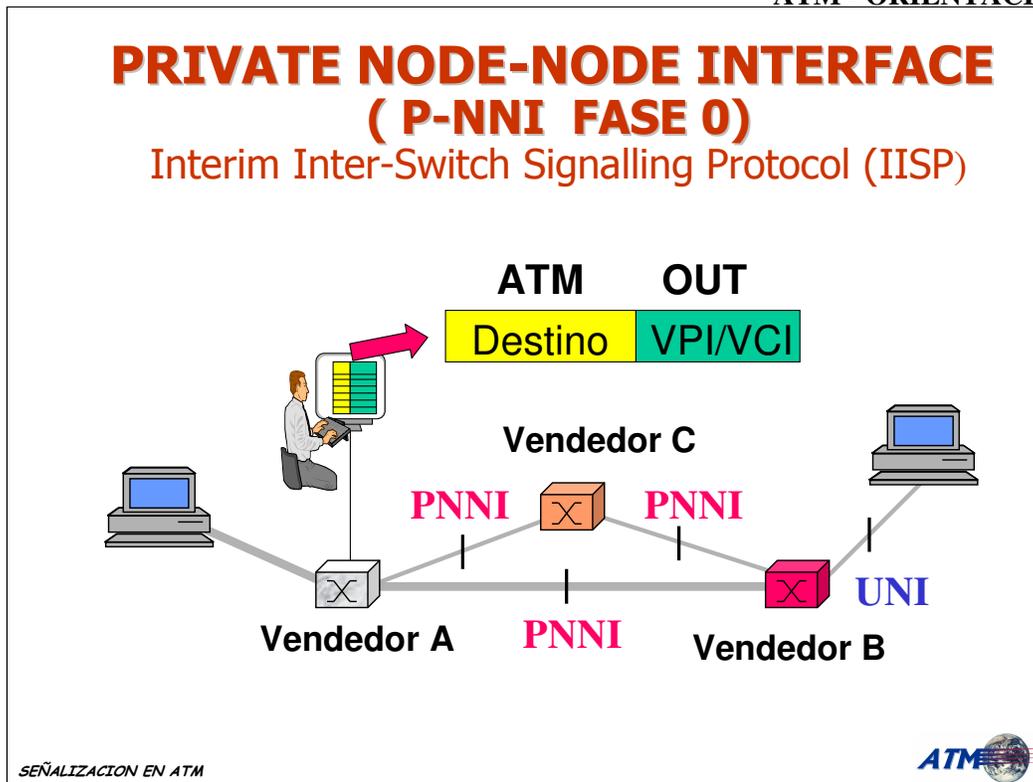
En las especificaciones de la UNI 3.1 se definieron nuevas interfaces físicas, se corrigieron errores de la UNI 3.0, se definió el SSCOP (Service-specific connection oriented protocol), que es un protocolo del nivel de “enlace de datos” (data - link) que garantiza el transporte de los paquetes de señalización. Este protocolo IMPIDE que los equipos con UNI 3.0 y UNI 3.1 sean interoperables. Esta especificación se basa en Q.2931.

En las especificaciones de la UNI 4.0, se amplían algunas capacidades, como la adición de procedimientos, amplía elementos de información y nuevos descriptores de tráfico para el soporte de ABR, mejoras en el soporte de QoS, permite procedimientos de negociación y modificación de parámetros de tráfico y de QoS durante actividad en la conexión, permite leaf initiated joins, es decir, adicionar miembros a una conexión punto a multipunto y amplía las capacidades para soportar servicios de banda estrecha sobre ATM, entre otras.



PNNI fase 1 es el protocolo definido por el ATM Forum para el intercambio de señalización entre redes ATM con el fin establecer circuitos virtuales conmutados a lo largo de redes ATM de gran tamaño y complejidad. Este protocolo fue aprobado por el ATM Forum en Marzo de 1996 y se espera tener implementaciones reales a principios de 1998.

PNNI consiste de dos componentes Un protocolo de Enrutamiento de circuito y un Protocolo de señalización, los cuales trataremos a continuación.



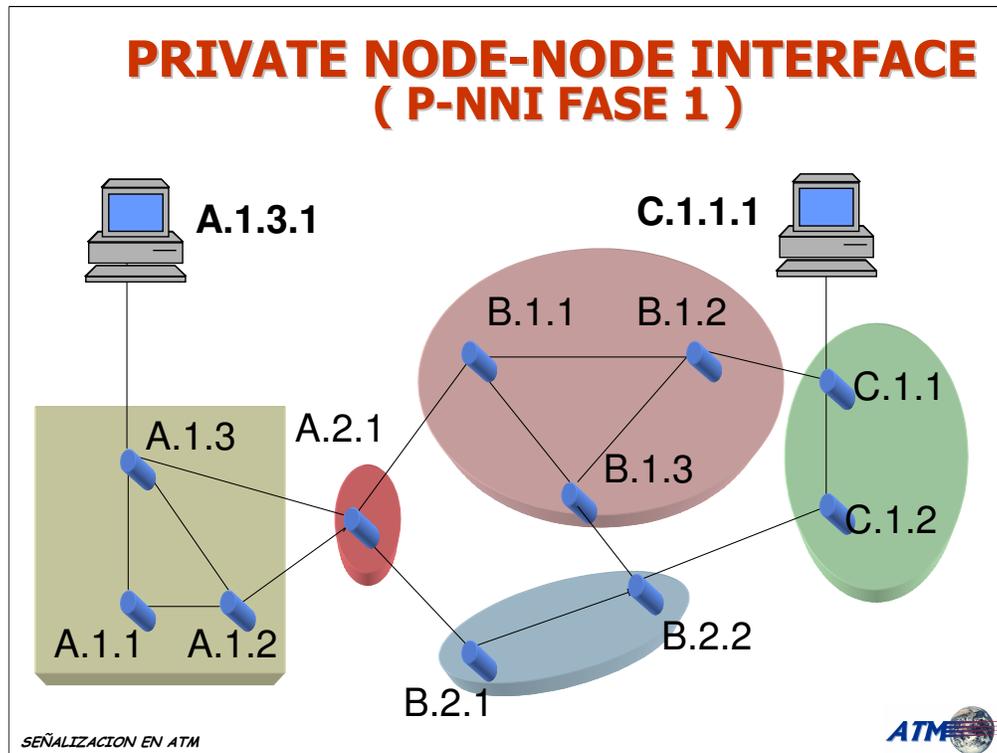
Ya vimos los procesos de Registro y Señalización, los cuales permiten establecer una conexión entre los usuarios y la red ATM. Ahora estudiemos la forma en que los nodos ATM se comunican para establecer una comunicación a lo largo de la red.

El protocolo PNNI fase 1, es poderoso pero muy complejo y aunque el ATM Forum sacó su especificación en marzo de 1996, tener reales implementaciones de interoperabilidad a corto tiempo era muy poco probable.

En vista de esto, y por la necesidad de realizar pruebas con los switches, Cisco un proveedor de equipos ATM, desarrolló un protocolo simple a corto plazo que se utilizaría temporalmente. IISP (Intermedium Inter-Switch Signalling Protocol), es un protocolo de señalización para comunicaciones entre switches de una red ATM que utiliza un procedimiento de señalización UNI 3.0/3.1 en forma simétrica, es decir, los nodos pueden jugar el papel de usuario o de red indistintamente. El ATM Forum acogió este protocolo y lo definió como PNNI fase 0.

La solicitud de señalización se enruta entre switches usando una "Tabla de prefijos" configurada en cada switch, lo cual evita la necesidad de un protocolo de enrutamiento de VC. Estas tablas son configuradas manualmente con los prefijos de las direcciones tomadas a través de cada puerto del switch. Cuando una solicitud de señalización llega al switch, por medio de UNI o un enlace IISP, el switch compara la dirección de destino ATM con la tabla de prefijos, entonces la solicitud de señalización se reenvía a través de este puerto usando procedimientos UNI.

Debido al tamaño limitado de las tablas de direcciones PNNI fase 0 se aplica a redes con pocos nodos, lo cual es adecuado por ahora dado que muchos de los switches ATM de hoy están siendo introducidos en pequeños "test beds" y no en redes de producción de alta escala.

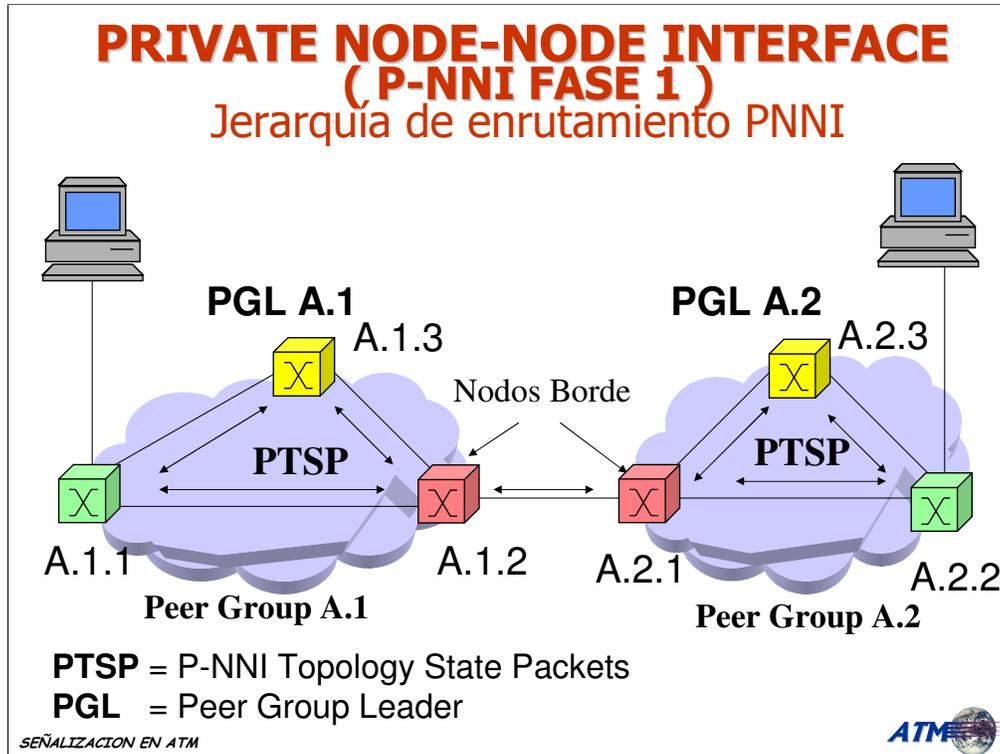


IISP no podrá interoperar con PNNI fase 1 porque solo utiliza señalización UNI y no NNI. PNNI fase 1 es el protocolo definido por el ATM Forum para el intercambio de señalización entre las redes ATM para establecer conexiones SVCs a través de redes ATM de gran tamaño y complejidad.

PNNI consiste de dos componentes: Un protocolo de Enrutamiento de circuito (Routing) y un Protocolo de señalización. Los protocolos de routing usan y extienden muchos conceptos de protocolos de interworking (interoperabilidad switch a switch en ambientes multivendedores) tal como OSPF. Ellos se encargan de transmitir información sobre arquitectura y alcance de la red para que todos los switches puedan establecer sus conexiones entre el origen y el destino con una alta probabilidad de encontrar garantía de QoS, sin que ninguna CAC rechace la llamada.

El protocolo de señalización, define una estructura adecuada para el establecimiento del camino entre los nodos de la conexión a través de mensajes de señalización.

El Protocolo PNNI ha sido diseñado para soportar diferentes tamaños de redes ATM, desde redes de campus de un puñado de switches, hasta la posible Internet global ATM de millones de switches. Para brindar tal escalabilidad se necesita el soporte de una jerarquía de múltiples niveles la cual esta basada en direcciones ATM de 20 bytes, lo que teóricamente permite una jerarquía de enrutamiento de cerca de 100 niveles. PNNI versión 1.0 fue aprobado en marzo de 1996 y se espera PNNI fase 2.0 para diciembre de 1997.

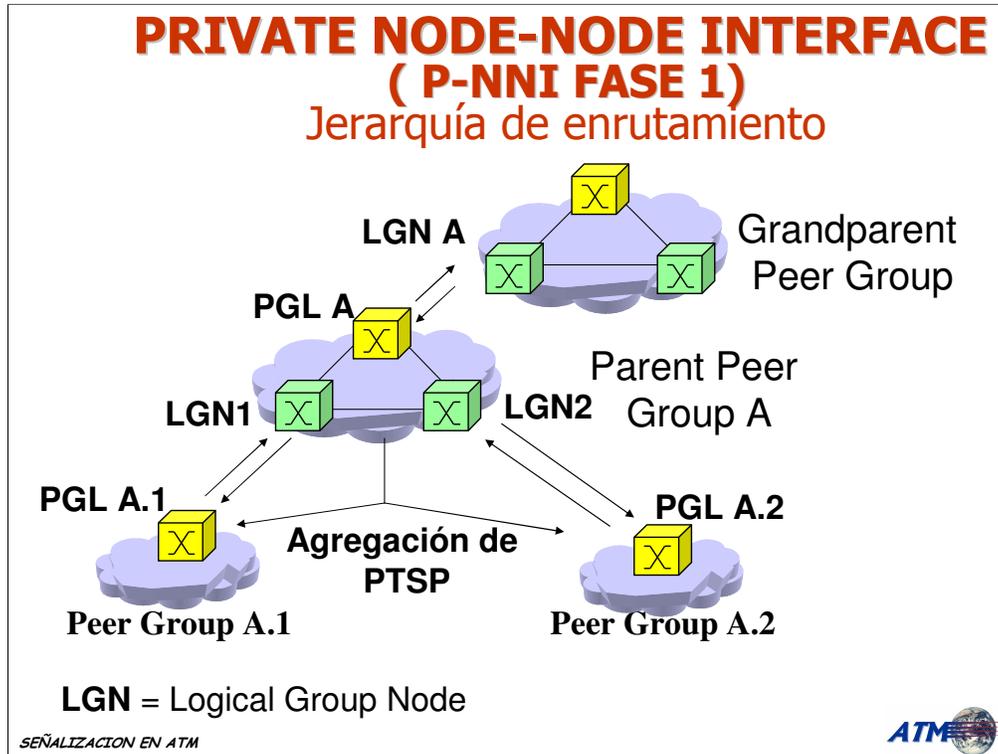


El protocolo PNNI define un modelo de red uniforme en cada nivel de la jerarquía. El modelo de la jerarquía de PNNI explica como opera cada nivel , como resumen múltiples nodos o mecanismos y como se intercambia la información. El modelo es recursivo, por lo tanto el mecanismo usando en el primer nivel es el mismo en los siguientes.

Cada nivel de la jerarquía consiste de un conjunto de nodos lógicos, interconectados por enlaces lógicos. En el nivel mas bajo, cada nodo lógico representa un sistema de conmutación físico (un switch o una red de switches), y a cada sistema de conmutación se le asigna una única dirección NSAP.

Los nodos dentro de un nivel se agrupan en un conjunto conocido como *peer group*. Los nodos primero se descubren unos con otros a través del protocolo Hello con el cual los nodos intercambian paquetes a intervalos regulares con sus nodos vecinos. Si dos nodos descubren que están dentro del mismo peer group, por comparación de sus direcciones ATM, ellos se envían PSTPs hasta actualizar sus bases de datos, con información sobre disponibilidad de los recursos y extensión de la red. Los paquetes del protocolo Hello y PSTPs se envían a través del VCI=18, VPI=0 para enlaces físicos y dentro del VPI apropiado para enlaces lógicos.

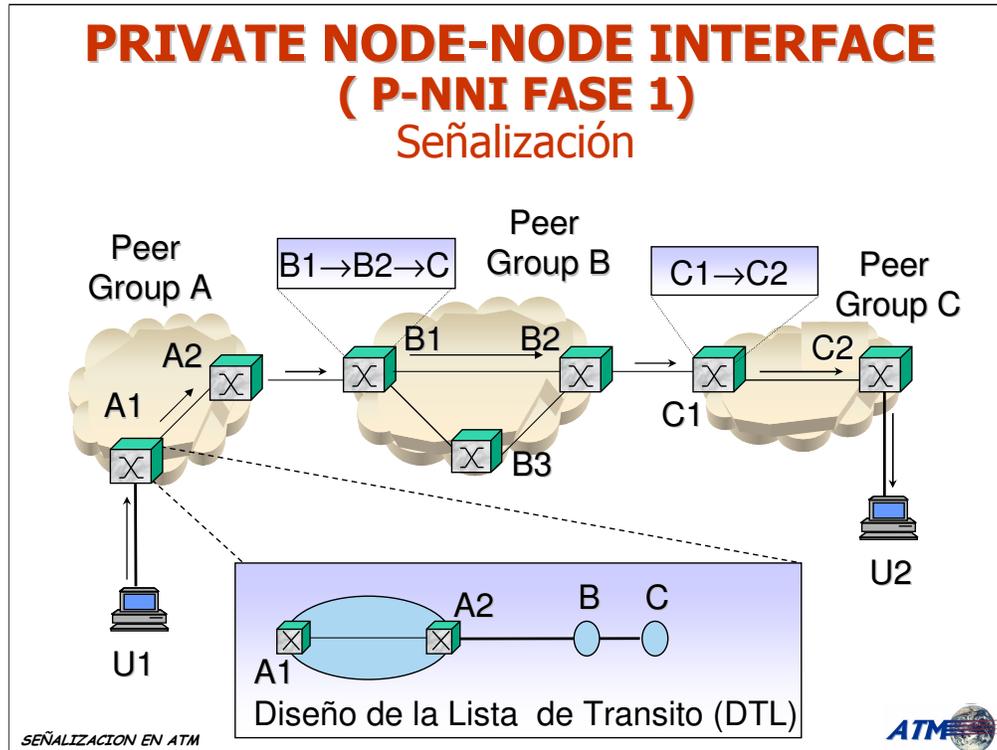
Los peer groups se organizan jerárquicamente dentro de un nivel superior llamado **parent peer group**. Dentro de cada parent peer group, cada peer group se representa como un simple nodo lógico conocido como **Logical Group Node**, los cuales actúan como nodos normales, intercambiando PTSPs con los otros nodos lógicos. Los nodos representados por el LGN, dentro del grupo padre se conocen como **child peer groups** de ese grupo.



Cada group peer elige uno de los nodos dentro del grupo para realizar las funciones del LGN. este nodo se conoce como **peer group leader**. Cada PGL se identifica por una única dirección ATM. Si el nodo actúa como PGL dentro de múltiples niveles de peer group, este debe tener una única dirección ATM en cada uno de estos niveles.

Los PGLs dentro de cada peer group tienen la responsabilidad de formular e intercambiar PTSPs con los otros nodos del parent group, para informarles de la estructura y atributos del **child peer group** asociado. Similarmente ocurre con los grupos de parent peer groups. De esta manera los nodos hijos obtienen el conocimiento sobre la jerarquía de la red, para que el terminal fuente pueda construir rutas completas.

Para la comunicación entre PGLs, estos deben tener información sobre la forma en la cual los peer group están encadenados conjuntamente. Esta información es reunida por el procedimiento “bootstrap”, usando el protocolo Hello operando a través de enlaces PNNI. Los enlaces PNNI pueden ser: Horizontales (internos) que conectan dos nodos dentro del mismo peer group, Exteriores que conectan nodos dentro del peer group con nodos que no operan el protocolo PNNI o enlaces Outside que conectan dos **nodos border**. Los nodos border son nodos de un peer group que tienen enlaces con nodos de otros peer group.



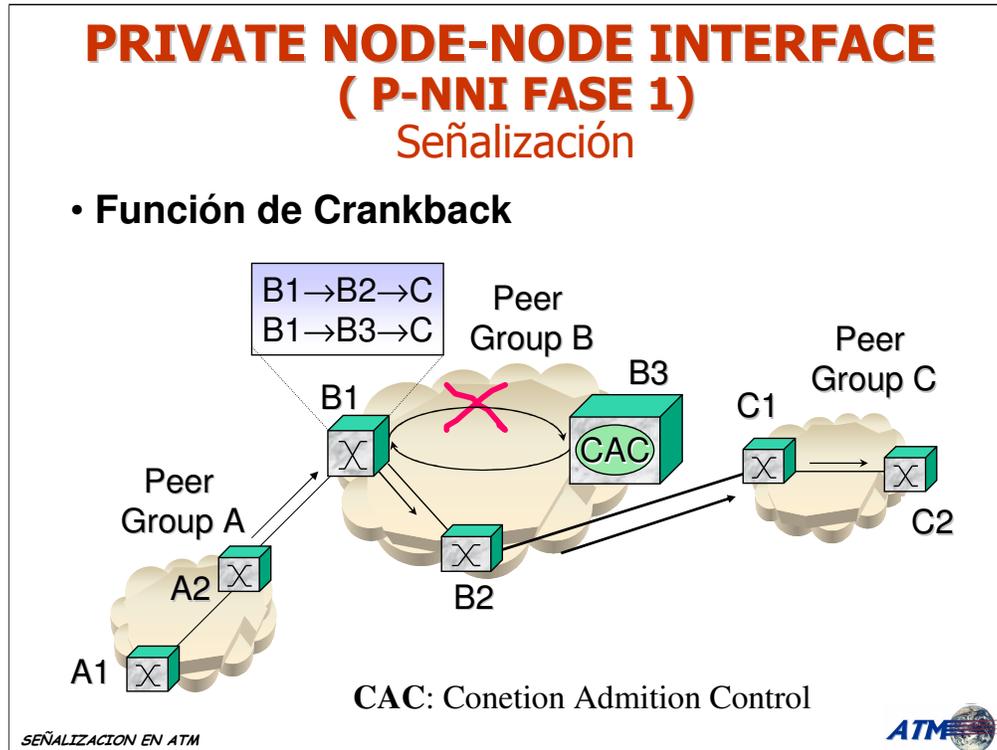
Cuando un switch de ingreso recibe una solicitud de señalización a través de UNI, el switch determina uno o mas caminos que conectan el nodo fuente al destino deseado. Este crea una ruta jerárquica constituida por múltiples DTLs que especificaran: Un camino detallado dentro del grupo par del nodo fuente, Una ruta menos detallada dentro del parent peer group, y un ruta aun menos detallada sobre los peer groups de niveles superiores, terminando en el peer group del primer ancestro que tienen en común el nodo fuente y el nodo destino.

Estos DTLs son dispuestos en un stack dentro de la señalización PNNI, donde cada DTL contiene una lista de los elementos del camino en cada nivel de la jerarquía. Cada peer group procesa sus DTLs hasta alcanzar el nodo border que conecta el próximo peer group de la ruta. El nodo border remueve del stack el DTL de su peer group y envía esta al nodo border del peer group vecino.

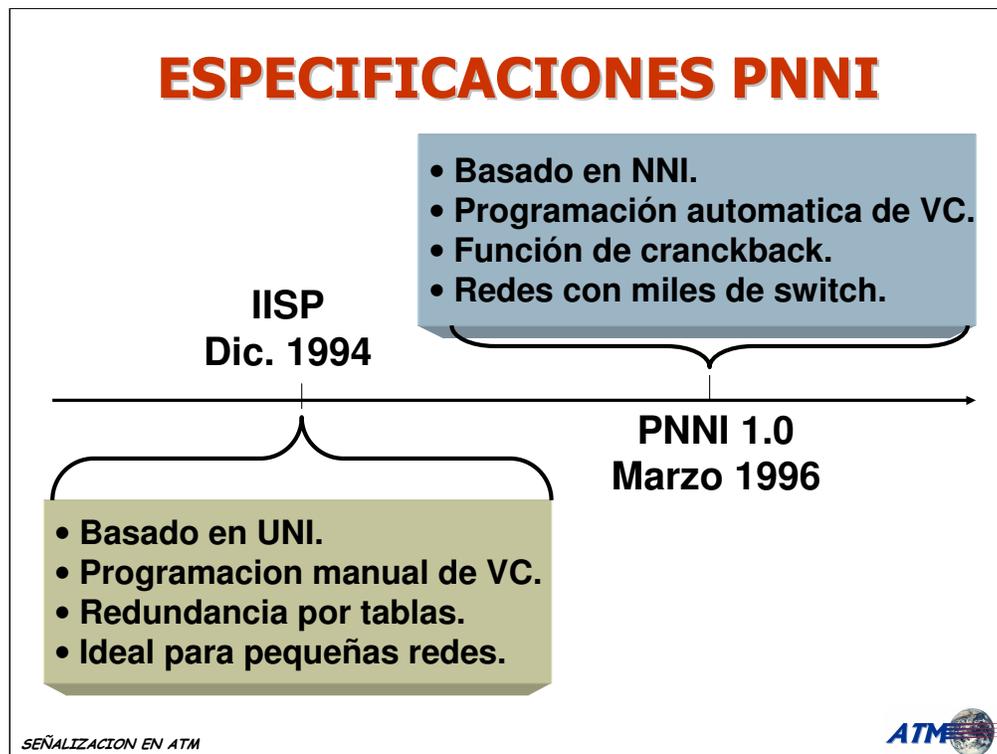
Una vez la solicitud llega al siguiente nodo border, este construye una o mas DTLs, describiendo como enrutar la solicitud a través de su peer group y los “mueve” hacia la parte superior del stack de DTLs. De esta manera la solicitud se dirige hasta el siguiente nodo border dentro de este peer group, el cual realiza una función similar hacia el próximo peer group en la ruta, y así sucesivamente hasta el peer group del switch destino.

En este punto el nodo border construye la ruta hasta conectar el switch al cual esta unido el terminal destino. Luego el switch final mapea la solicitud a señalización UNI y lo dirige a través del enlace UNI apropiado.

Cada nodo en la ruta realiza su propio CAC, si este encuentra congestión los switches implementan una función de **Crankback** la cual retorna el control al nodo border del peer group para que este descubra otro camino hacia el destino usando el mismo procedimiento anterior pero con información mas actual del estado de la red.



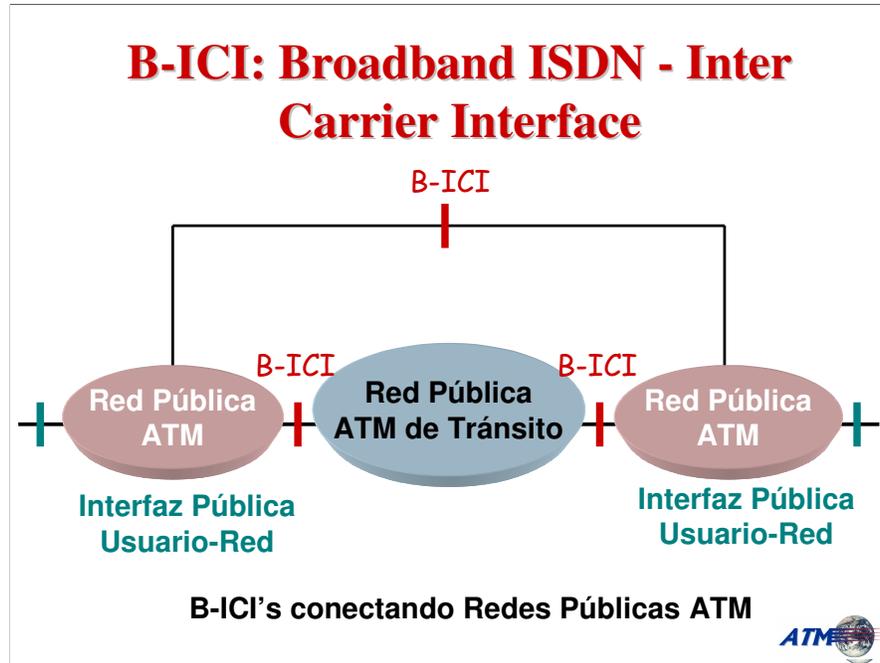
La función de **crankback** es una función muy importante que hace parte de las facilidades del protocolo de señalización PNNI. Este le permite a un grupo peer aplicar un procedimiento de control para detectar si la llamada en curso puede ser admitida y por lo tanto cursada por el switch. Esto ocurre debido a que los paquetes PSTN son transmitidos a intervalos determinados de tiempo lo que hace que en un momento determinado la información no corresponda con la situación actual de los recursos. Este proceso le permite al nodo border recalcular una nueva ruta dentro de grupo peer para enrutar la llamada hacia el nodo border que pueda cumplir con los requerimientos de ancho de banda y calidad de servicio solicitados por la conexión.



El ATM Forum ha emitido las siguientes recomendaciones sobre la interconexión entre nodos de redes privadas: IISP y PNNI fase 1.0.

El IISP como se menciona es un protocolo simple y no requiere modificación para trabajar con UNI 3.0/3.1. No soporta enrutamiento de VCs basada en la negociación de QoS para ninguna clase de servicio. Los circuitos virtuales (VC) se programan manualmente. No soporta **crantckback** (dar marcha atrás) aunque los nodos pueden ser configurados con caminos alternativos o redundantes. Se implementa en redes pequeñas y medianas construidas con pocas decenas de switch.

PNNI fase 1, esta basado en señalización NNI. Soporta enrutamiento basado en QoS solo para trafico CBR y VBR. Las conexiones se configuran automáticamente mediante el intercambio de información de enrutamiento y señalización entre los nodos de la red. Soporta topologías arbitrarias de redes y redes con varios niveles de jerarquía compuesta por miles de switches.



Redes ATM en redes públicas pertenecientes a diferentes carriers pueden ser interconectadas para facilitar los servicios extremo-extremo nacionales e internacionales ATM/BISDN. Se requiere de métodos para soportar multiplexación eficiente y gestionable de múltiples servicios para la entrega inter-carrier. Esto se logra por conexión de múltiples redes de carrier públicas. El grupo de especificaciones requeridas para reunir esos objetivos se llama **BISDN Inter Carrier Interface (B-ICI)**

La especificación B-ICI facilitará la conexión carrier-carrier. La especificación B-ICI del ATM Forum está proyectada como un acuerdo de implementación que permitirá un incremento de interoperabilidad.

La especificación B-ICI también incluye funciones de especificación de servicio sobre el nivel ATM requerido transportar, operar y administrar una variedad de servicios inter-carrier a través B-ICI.

B-ICI : BROADBAND ISDN - INTER CARRIER INTERFACE

- Define los protocolos y procedimientos necesarios para establecer, mantener y terminar SVCs entre redes públicas.
- Es una combinación de los protocolos ATM y Señalización Número Siete (SS7).
- Interfaz pública red-red
- B-ICI es diferente a PNNI: Los carriers públicos no permiten ciertas funciones PNNI como advertising, enrutamiento de DTLs



B-ICI define los protocolos y procedimientos necesarios para establecer, mantener y teminar conexiones virtuales conmutadas entre redes públicas.

B-ICI es una combinación de B-ISUP, MTP Nivel 3, Q.2140 y Q.SAAL (Q.2110). B-ISUP provee las capacidades de señalización y funciones requeridas para soportar servicios básicos y gestión de recursos entre nodos de la red. B-ISUP es apropiado para aplicaciones nacionales e internacionales y provee un método seguro para transferir información en la secuencia correcta sin pérdidas o duplicación entre nodos de la red. MTP nivel 3 provee gestión de tráfico de señalización (SS7), gestión de enlace de señalización y capacidades de gestión de ruta. Q.2140 provee las funciones de conferencia para mapear el protocolo MTP nivel 3 al protocolo Q.SAAL (Q.2110). Q.SAAL provee el método para realizar envío y recepción de datos de señalización dentro de una red ATM.

Se tienen dos variantes de la especificación, una de la ITU y otra del ATM Forum. Ambas variantes soportan los procedimientos para la transferencia segura de información y en secuencia correcta sin pérdidas o duplicación entre nodos de red, segmentación y reensamble de mensajes, negociación de parámetros, reconfiguración del código del punto destino, parámetros de tráfico, dirección del sistema final ATM prioridad de llamada, identificador de la red generadora entre otras funciones.