

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**SERVICIOS EN ATM**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**NILTON VARGAS PAREDES**

**PROMOCIÓN  
2002 – I**

**LIMA – PERÚ  
2008**

## SERVICIOS EN ATM

*A Victor Hugo  
y a Magda  
mis padres*

## **SUMARIO**

El presente trabajo trata sobre la tecnología ATM, particularmente sobre los servicios que esta tecnología de banda ancha es capaz de ofrecer.

El objetivo general es describir y analizar los servicios en ATM, su integración y evaluación de los requisitos de calidad de servicio. Los objetivos específicos son describir y analizar los parámetros de tráfico y los parámetros de calidad de servicio de los servicios en ATM.

El trabajo consiste de 4 capítulos. El primer capítulo como su título lo sugiere ofrece una breve descripción de la Tecnología ATM. El segundo capítulo trata sobre la capa de adaptación ATM (AAL) en particular, donde se explican los diferentes tipos de AAL y la forma en que soportan aplicaciones específicas para el uso de la red ATM. En el tercer capítulo se dan definiciones de los elementos fundamentales que hacen posible que la tecnología ATM sea multiservicio, desarrollando los parámetros importantes que se deben tener en cuenta para la elección de una determinada clase de servicio (ó categoría) y así poder soportar aplicaciones específicas. En el cuarto capítulo se desarrollan las categorías de servicio, con los que se puede describir tomando en cuenta los parámetros de tráfico y calidad de servicio vistos en el capítulo anterior los diferentes servicios soportados por ATM.

## INDICE

Introducción .....	1
<b>I LA TECNOLOGIA ATM, BREVE DESCRIPCION .....</b>	<b>3</b>
1.1 La Celda ATM .....	4
1.2 Arquitectura ATM .....	5
1.2.1 Plano de Usuario .....	6
1.2.2 Plano de Control .....	6
1.2.3 Plano de Gestión .....	6
1.2.4 Capa Física .....	7
1.2.5 Capa ATM .....	7
1.2.6 Capa de Adaptación ATM (AAL) .....	8
1.3 Conexiones Virtuales .....	8
1.3.1 Identificadores de Conexión .....	9
1.3.2 Conmutación de celdas .....	9
<b>II CAPA DE ADAPTACION ATM .....</b>	<b>11</b>
2.1 Capa de Adaptación ATM Tipo 1 (AAL1) .....	12
2.1.1 Funciones de la AAL1 .....	13
2.1.2 Subcapa de Segmentación y Reensamblaje (SAR) .....	13
2.1.3 Subcapa de Convergencia (CS) .....	14
2.2 Capa de Adaptación ATM Tipo 2 (AAL2) .....	15
2.3 Capa de Adaptación ATM Tipo 3/4 (AAL3/4) .....	17
2.4 Capa de adaptación ATM tipo 5 (AAL5) .....	21
<b>III PARAMETROS Y DESCRIPTORES DE TRAFICO .....</b>	<b>23</b>
3.1 Definiciones .....	23
3.1.1 Control de Admisión de Conexión (CAC) .....	23
3.1.2 Control de Parámetros de Uso (UPC) .....	23
3.1.3 Definición de conformidad .....	23
3.1.4 Algoritmo Genérico de Velocidad de Celda (GCRA) .....	24
3.1.5 Descriptores de Tráfico .....	24
3.2 Contrato de Tráfico .....	25
3.3 Calidad de Servicio (QoS) .....	25

3.3.1 Parámetros de la Calidad de Funcionamiento de la Red .....	26
3.3.2 Parámetros de Calidad de Servicio .....	26
3.4 Parámetros de Tráfico .....	28
<b>IV CATEGORIAS DE SERVICIO .....</b>	<b>29</b>
4.1 Servicios en Tiempo Real .....	29
4.1.1 Servicio CBR .....	29
4.1.2 Servicio rt-VBR .....	30
4.2 Servicios en Tiempo no Real .....	31
4.2.1 Servicio nrt-VBR .....	31
4.2.2 Servicio UBR .....	32
4.2.3 Servicio ABR .....	32
4.2.4 Servicio GFR .....	34
4.3 Integración de Servicios .....	36
<b>Conclusiones .....</b>	<b>37</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>38</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente informe pretende describir los servicios ATM, definiendo los parámetros de tráfico y calidad de servicio que hacen posible que diferentes tipos de tráfico (voz, video y datos) se puedan transmitir a través de redes ATM.

La elección del tema se debe al gran auge que ha tenido ATM por casi más de 10 años, siendo la tecnología de mayor acogida para la implementación de redes LAN de altas velocidades por su alta performance gracias a que combina eficientemente las técnicas de conmutación y multiplexación, y porque cuenta con una arquitectura que le permite ofrecer distintos tipos de servicio que pueden ser definidos por el usuario. Es esto último lo que llamó mi especial interés y el cual es tratado en este trabajo que tiene en total 4 capítulos; en el primer capítulo se describe la tecnología ATM, en el cual se hace especial énfasis de las "celdas" ATM que usa esta tecnología y que es fundamental para obtener altas velocidades. En el segundo capítulo se detalla ampliamente sobre las capas de adaptación ATM (AAL), se definen las AAL1, AAL2, AAL3/4 y AAL5. En el tercer capítulo se definen los parámetros y descriptores de tráfico, en el cual se incluyen las definiciones de parámetros y procedimientos como: el control de admisión de conexión (CAC), control de parámetros de uso (UPC), contrato de tráfico, calidad de servicio (QoS), Parámetros de tráfico y calidad de servicio, que están relacionados con aplicaciones específicas definidas por el usuario. En el cuarto capítulo se definen las categorías de servicio CBR, rt-VBR, nrt-VBR, UBR, ABR y GFR, las cuales sirven para definir las aplicaciones requeridas por el usuario. Finalmente se habla sobre integración de servicios, donde se señala la gran importancia de la calidad de servicio (QoS) y la gestión de tráfico (control de tráfico) para que se puedan soportar varias aplicaciones simultáneamente. Es precisamente el tema de gestión de tráfico donde se limita este estudio pues abarca un conjunto de procesos que no están contemplados en los objetivos de este informe y que fácilmente pueden ser tratados en un nuevo trabajo.

Agradezco a todos los que formaron parte de este trabajo, directa o indirectamente. Profesores de la Universidad, del colegio que han contribuido con mi formación

profesional. A mis familiares, amigos y especialmente a mis padres por su apoyo durante toda la etapa de mi carrera, que culmina con la realización de este trabajo.



## **CAPITULO I LA TECNOLOGIA ATM, BREVE DESCRIPCION**

ATM (Asynchronous Transfer Mode) es una tecnología aplicada a redes de alta velocidad que se basa en la segmentación de la información en paquetes de tamaño fijo llamadas "celdas", los cuales transportan diferentes tipos de tráfico (Voz, video y datos). ATM combina técnicas de conmutación y multiplexación, y cuenta con una arquitectura que le permite ofrecer distintos tipos de servicios de acuerdo a las necesidades y exigencias del mercado; que ha adoptado a ATM como la solución mas sólida en redes tanto LAN como WAN por mas de una década.

ATM surge como base para la implementación de RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha) que pretendía ofrecer servicios a las diferentes aplicaciones con diferentes características (tasas de transmisión y requerimientos en calidad de servicios).

ATM es una tecnología orientada a la conexión. Las celdas son conmutadas utilizando identificadores de camino y canal virtual; estos identificadores de conexión se asignan para cada enlace cuando se necesitan y se liberan cuando ya no.

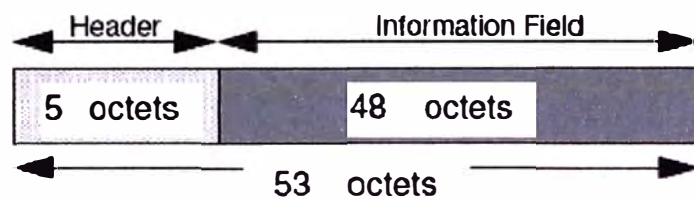
ATM es asíncrono en el sentido de que las celdas asociadas a una comunicación aparecen a intervalos irregulares.

La gran aceptación de ATM se da por su funcionalidad, mínima capacidad de control de errores y de flujo, lo que reduce el costo de procesamiento de las celdas ATM. Además proporciona servicios en tiempo real y tiempo no real; y puede soportar a otras tecnologías por medio de una capa de adaptación. Finalmente esta respaldado por estándares internacionales, principalmente por la ITU-T y el Foro ATM

## 1.1 La Celda ATM

La información es segmentada en paquetes de tamaño fijo llamadas celdas, esto para facilitar el funcionamiento del equipamiento para multiplexar los flujos de información a gran velocidad, cosa que resultaba compleja con paquetes de tamaños variables.

La dificultad surgió al darle un valor exacto en bytes a ese tamaño fijo de la celda. La idea básica era darles un tamaño reducido puesto que los paquetes muy grandes elevan el retardo de propagación en la red y haría imposible el servicio de ciertas aplicaciones. Mientras que paquetes muy pequeños harían disminuir la eficiencia de la red. En este escenario surgieron dos alternativas: los europeos que proponían 4+32 bytes y los americanos 5+64 bytes de encabezado y campo de información respectivamente. Pero curiosamente se eligió sin una explicación técnica razonable, un valor intermedio de 5+48 bytes: Por lo que la celda ATM obtiene un tamaño de 53 bytes, de los cuales 5 bytes son de encabezado y 48 bytes de campo de información. La celda se muestra en la Figura 1.1.



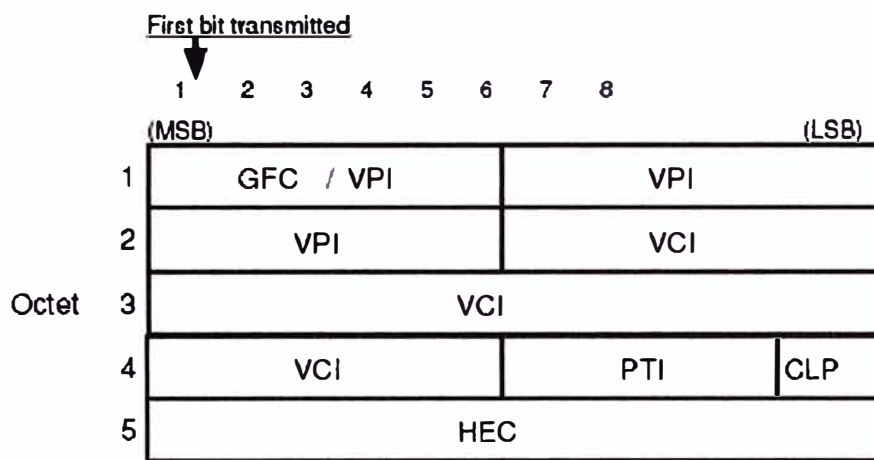
**Fig.1.1** Celda ATM

La función principal del encabezado es identificar las celdas que pertenecen a un mismo canal virtual. El formato del encabezado es como se muestra en la Figura 1.2, donde:

GFC es el control de flujo genérico y sirve para controlar el flujo de tráfico proveniente del usuario por lo que sólo se aplica en la interfaz usuario-red (UNI).  
Campo de 4 bits.

VPI/VCI son los identificadores de camino virtual y canal virtual respectivamente, se usan para fines de conmutación de las celdas. El campo VPI es de 8 bits para una interfaz UNI y de 12 para una interfaz red-red (NNI). El Campo VCI es de 16 bits.

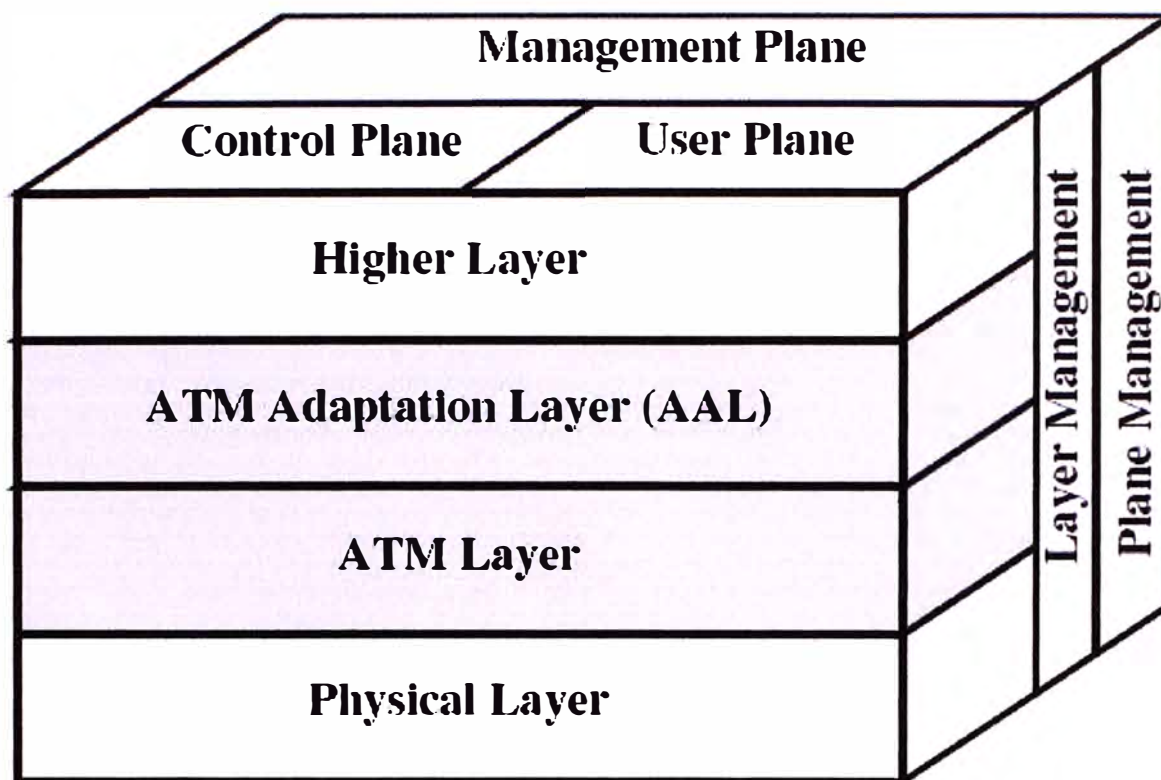
- PT es el tipo de carga útil y sirve para identificar el tipo de información contenida en el campo de información. Si es de información o control. Campo de 3 bits.
- CLP es el bit de prioridad de pérdida de celdas, se emplea para ayudar a la red en caso de congestión. Un valor de 0, indica que la celda es de prioridad relativamente alta; un valor de 1, indica que puede descartarse en la red.
- HEC es el campo de control de errores del encabezado y es de 8 bits.



**Fig.1.2** Encabezado de la celda

## 1.2 Arquitectura ATM

La arquitectura ATM está definida por las normalizaciones de la ITU-T para ATM y es como se muestra en la Figura 1.3, que es una arquitectura básica para una interfaz usuario-red (UNI) y consiste de tres capas y tres planos independientes, la capa superior está constituida por los servicios y/o protocolos los cuales no se basan en la tecnología ATM.



**Fig.1.3** Arquitectura de Protocolos

### 1.2.1 Plano de Usuario

Este plano realiza la transferencia de información de usuario junto con los correspondientes controles (control de flujo y control de errores).

### 1.2.2 Plano de Control

Este plano realiza las funciones de control de llamada y control de conexión. Se encarga de la señalización para el establecimiento, mantenimiento y terminación de conexiones virtuales.

### 1.2.3 Plano de Gestión

Este plano proporciona dos funciones: la coordinación entre los planos y el manejo de recursos, parámetros de usuario y de la información de Operación y Mantenimiento de la red (OAM).

Dos capas de la arquitectura están relacionadas con las funciones ATM, la capa ATM que es común a todos los servicios de transferencia de información y la capa de adaptación ATM (AAL).

### 1.2.4 Capa Física

Especifica un medio de transmisión y un esquema de codificación de la señal, además de las velocidades de transmisión y manejo de celdas y bits.

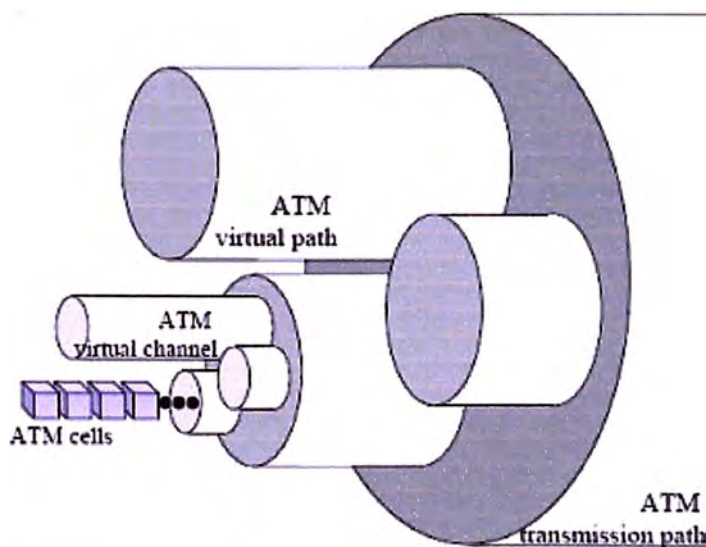
Esta Capa se divide a su vez en:

PMD (Dependiente del Medio Físico): Establece la interfaz con el medio real y transfiere bits. Esta capa es distinta para distintas redes.

TC (Convergencia de Transmisión): Envía flujos de bits para que PMD los transmita como celdas. Obtiene un flujo de bits de PMD que debe convertir en celdas para ATM.

### 1.2.5 Capa ATM

Las características de esta capa son independientes del medio físico. Controla el transporte de celdas de manera jerárquica, la capacidad de las líneas es subdividida en caminos virtuales (VP) y estas a su vez en canales virtuales (VC). La Figura 1.4 muestra esta relación jerárquica.



**Fig.1.4** Capa ATM – Canal Virtual y Camino Virtual

### 1.2.6 Capa de Adaptación ATM (AAL)

La capa AAL convierte la información proveniente de las capas superiores en celdas ATM para enviarlas a través de la red y también realiza el proceso inverso, extrae la información contenida en las celdas ATM y la transmite hacia las capas superiores. Esta capa ha sido diseñado para soportar diferentes tipos de tráfico. A su vez, existen diferentes tipos de AAL de acuerdo al servicio que se quiere ofrecer; es decir, esta capa es dependiente del servicio **(1)**.

Esta capa se divide a su vez en

- Subcapa de Convergencia (CS): Realiza la adaptación a la velocidad de transferencia del usuario, la corrección de errores, mantiene la sincronización extremo-extremo y se encarga del control de flujo.
- Subcapa SAR: Es la Subcapa de Segmentación y Reensamblaje de celdas ATM.

### 1.3 Conexiones Virtuales

La VCC (Conexión de Canal Virtual) es la unidad básica de conmutación ATM, se establece a través de la red concatenando los enlaces de canal virtual que se establecen entre dos usuarios finales. Permitiendo una transmisión full-duplex de velocidad variable. La Figura 1.5 muestra un ejemplo de una VCC.

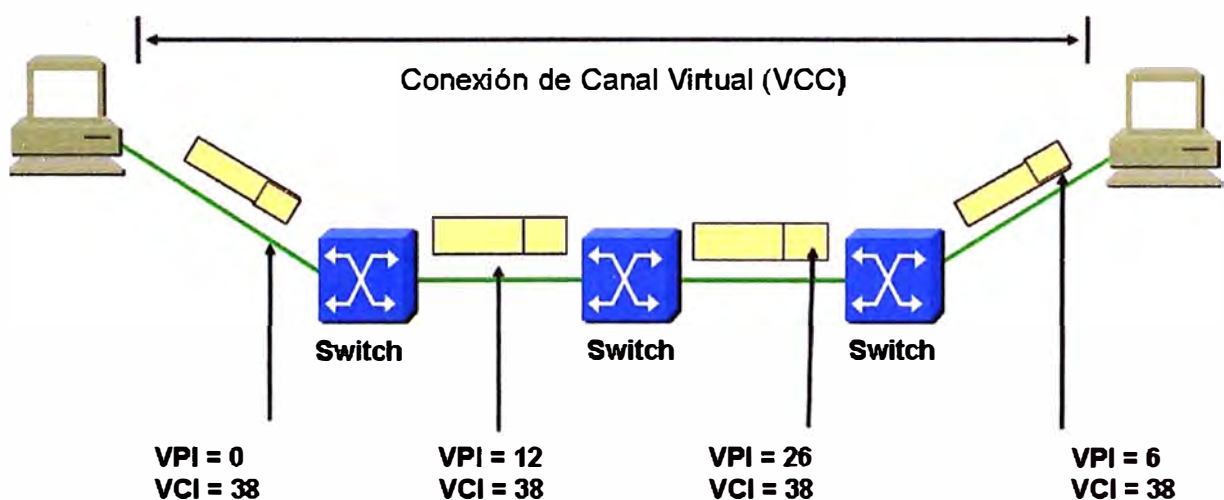


Fig.1.5 Conexión de Canal Virtual

Las VCC también se usan para intercambiar información especial de usuario-red (señalización de control) y red-red (gestión de red y encaminamiento).

La VPC (Conexión de Camino Virtual) es la concatenación de caminos virtuales y constituye una jerarquía superior puesto que se encarga del manejo de las VCC.

La técnica del camino virtual ayuda a contener el costo asociado al control, puesto que las acciones de gestión de red se pueden aplicar a un número reducido de grupos en lugar de un número elevado de conexiones.

### **1.3.1 Identificadores de Conexión**

Los identificadores de conexión son dos: el VCI (Identificador de Canal Virtual) y el VPI (Identificador de Camino Virtual), sirven para identificar en una interfaz dada a un VC (Canal Virtual) y a un VP (Camino Virtual) respectivamente. Sin embargo, para identificar completamente a un VC es necesario precisar ambos identificadores VPI/VCI, puesto que puede existir en la misma interfaz otro VC con igual VCI pero diferente VPI.

### **1.3.2 Conmutación de Celdas**

Las celdas ATM llegan a un conmutador/transductor que dirige las celdas según el VPI/VCI y el puerto de entrada. Los VPI/VCI se fijan al crear el VC; si son PVCs los fija el operador al configurarlos, si son SVCs los fija el conmutador.

En general los VPI/VCI de un circuito cambian en cada salto de la celda en la red. Los VPI/VCI deben ser únicos para cada puerto (pueden repetirse en otros puertos). Además, es posible conmutar grupos de VC en bloque conmutando VP. La Figura 1.6 muestra como se realiza esta conmutación.

Entrada		Salida	
Port	VPI/VCI	Port	VPI/VCI
1	29	2	45
2	45	1	29
1	64	3	29
3	29	1	64

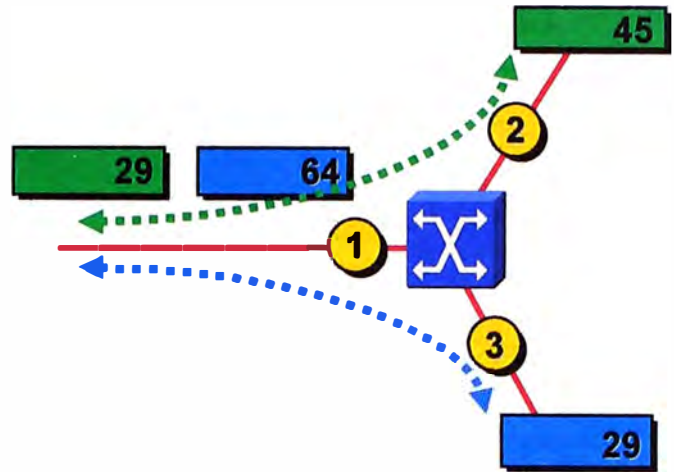


Fig.1.6 Conmutación de celdas



## **CAPITULO II CAPA DE ADAPTACION ATM**

La Capa de Adaptación ATM (AAL) sirve de interface entre las capas superiores y la Capa ATM, su función principal es permitir que diferentes aplicaciones que no están basados en ATM puedan hacer uso de una red ATM **(2)**. Esta capa debe ser capaz de colocar cualquier tipo de información en las celdas ATM **(3)**.

La Capa AAL realiza funciones que son generadas por los planos de usuario, de control y de gestión. Las funciones realizadas en la AAL dependen de las necesidades de la capa más alta.

Originalmente, el diseño de los protocolos AAL estaba relacionado con las clases de servicio. Pero debido a que dicha información se considera obsoleta no se mencionara aquí.

Dos hosts acuerdan un protocolo AAL a utilizar cuando establecen una conexión o VC, a partir de ese momento el protocolo se mantiene inalterado durante toda la conexión. Un VC no puede transportar simultáneamente tráfico utilizando diferentes protocolos AAL.

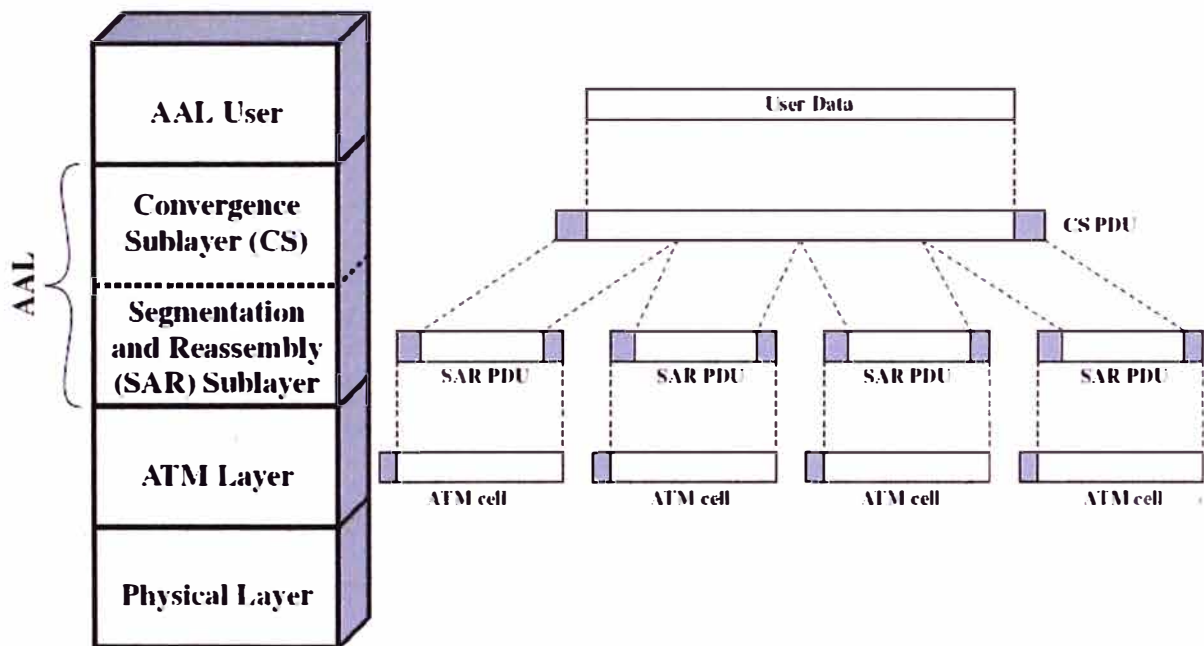
La Capa AAL esta dividida en dos subcapas: la subcapa CS y la subcapa SAR.

CS: Subcapa de Convergencia, actúa de interfaz entre la capa AAL y la aplicación. Esta se subdivide a la vez en dos partes: una inferior denominada Subcapa de Convergencia de Parte Común (CPCS) que depende del protocolo AAL utilizado pero no de la aplicación y la otra superior denominada Subcapa de Convergencia Específica del Servicio (SSCS) que depende del servicio.

SAR: Subcapa de Segmentación y Reensamblaje, es responsable de empaquetar la información recibida desde la subcapa CS en celdas para su transmisión, y desempaquetar la información en el otro extremo.

El trato de la información es como se muestra en la Figura 2.1, donde el bloque de datos procedente de la capa superior es enviada a la subcapa CS. En esta subcapa es encapsulada (si es el caso) en una Unidad de Datos de Protocolo (PDU) consistente en los datos de la capa superior y una información de control de la subcapa CS, obteniendo una CS-PDU. Luego pasa a la subcapa SAR, donde la CS-PDU es segmentada en varios bloques, cada uno de ellos se encapsulan en una SAR-PDU de 48 octetos que puede incluir una cabecera y una cola además del bloque de datos de la subcapa CS. Posteriormente cada SAR-PDU pasara a ser el campo de carga útil de una celda ATM.

Actualmente existen 4 protocolos AAL: AAL tipo 1 (AAL1), AAL tipo 2 (AAL2), AAL tipo 3/4 (AAL3/4) y AAL tipo 5 (AAL5).



**Fig.2.1** Protocolos AAL y PDUs

### 2.1 Capa de Adaptación ATM Tipo 1 (AAL1)

Protocolo AAL usado para el transporte de tráfico a velocidad binaria constante (CBR) dependiente del tiempo (voz y video sin comprimir) y la emulación de circuitos basados en TDM (DS1, E1, etc.). Las informaciones de temporización y estructura se intercambian entre fuente y destino. También proporciona la indicación de información perdida o errónea si es necesario. AAL1 es un servicio orientado a conexión.

### 2.1.1 Funciones de la AAL1

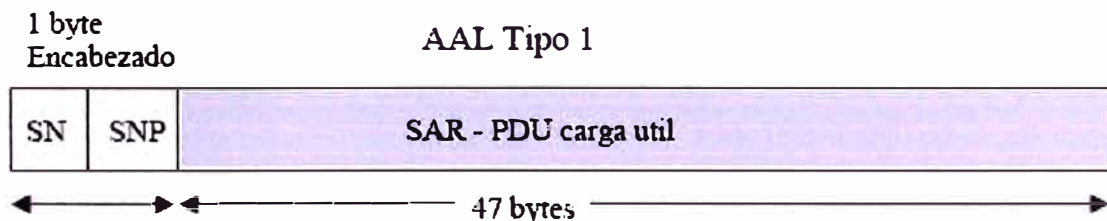
Según la recomendación de la ITU-T I.363.1 (4), las funciones de la AAL1 son:

- a) segmentación y reensamblado de la información de usuario;
- b) bloqueo y desbloqueo de la información de usuario;
- c) tratamiento de la variación del retardo de celda;
- d) tratamiento del retardo de ensamblado del campo de información de la celda;
- e) tratamiento de las celdas perdidas y mal insertadas;
- f) recuperación en el receptor de la frecuencia del reloj de la fuente;
- g) recuperación en el receptor de la estructura de datos de la fuente;
- h) supervisión de errores en los bits de información de control de protocolo AAL;
- i) tratamiento de los errores en los bits de información de control de protocolo AAL;
- j) supervisión de los errores en los bits del campo de información de usuario y posibles medidas correctivas.

Estas funciones son realizadas por las subcapas de segmentación y reensamblaje (SAR) y de convergencia (CS) y según el tipo de tráfico a llevarse a cabo.

### 2.1.2 Subcapa de Segmentación y Reensamblaje (SAR)

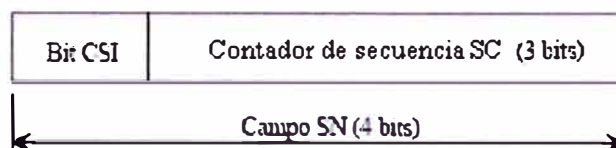
En esta capa se tiene el bloque SAR-PDU de 48 bytes; de donde 1 byte es de encabezado y los otros 47 bytes forman parte de la carga útil del bloque. El encabezado consta de dos campos como se muestra en la Figura 2.2: el campo de número de secuencia (SN) y el campo de protección de número de secuencia (SNP).



**Fig.2.2** SAR-PDU de la AAL1

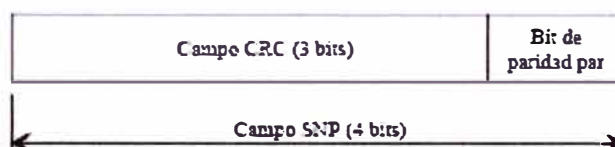
El campo de número de secuencia (SN) de 4 bits sirve para seguir la pista de las PDU erróneas, su formato se muestra en la Figura 2.3; donde se observan 2 subcampos: un

bit indicador de la subcapa de convergencia (CSI) y un contador de secuencia (SC) de 3 bits. Ambos proporcionados por la CS. El valor por defecto del bit CSI es "0".



**Fig.2.3** Campo número de secuencia (SN)

El campo de protección de número de secuencia (SNP) de 4 bits proporciona capacidades de detección y corrección (en un bit) de errores en el encabezado de la SAR-PDU. El formato de este campo está dividido en 2 subcampos: el campo CRC de 3 bits y un bit de paridad, así como se muestra en la Figura 2.4.



**Fig.2.4** Campo SNP

El código CRC se computa sobre los 4 bits del campo SN y como protección adicional, la palabra resultante de los 7 primeros bits del encabezado (SN y CRC) es protegida por el bit de paridad par. Este bit se fija de modo que el encabezado de la SAR-PDU tenga paridad par.

### 2.1.3 Subcapa de convergencia (CS)

Es la subcapa superior y se encarga de la estructuración de la información de usuario en bloques de 47 octetos, que son entregados a la subcapa SAR y que constituye la carga útil de la SAR-PDU. Esta subcapa en el extremo transmisor proporciona a la SAR los valores SC y CSI, que al procesarlos en el extremo receptor se pueden identificar las celdas perdidas o mal insertadas.

Otras funciones que puede llevar a cabo la subcapa CS son:

- Tratamiento de la variación del retardo de celda
- Tratamiento del retardo de ensamblado de la carga útil de la SAR-PDU.

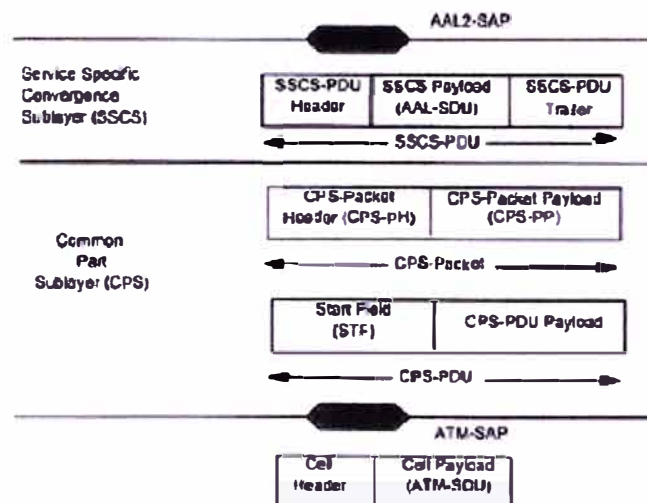
- Tratamiento de la relación de temporización.
- Corrección de errores en los bits y celdas perdidas.

## 2.2 Capa de Adaptación ATM Tipo 2 (AAL2)

Protocolo AAL usado para el transporte de tráfico a velocidad binaria variable (VBR), sensibles al retardo (video y voz) y orientado a conexión. Entre los servicios proporcionados por la capa AAL2 están:

- Identificación y multiplexado de múltiples usuarios en una conexión ATM común.
- Una indicación de información errónea o perdida.
- Mecanismos para minimizar el retardo y aumentar la eficiencia de video y voz en tiempo real.
- Funcionamiento con VBR.

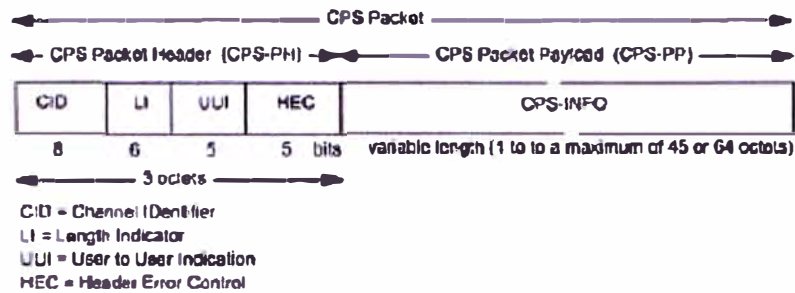
La capa AAL2 tiene la estructura que se muestra en la Figura 2.5 . Donde las interfaces con las capas superiores y la capa ATM se denominan puntos de acceso al servicio (SAP); es decir, las interfaces son AAL2-SAP y ATM-SAP respectivamente. Además, esta capa esta subdividida en una subcapa de parte común (CPS) y en una subcapa de convergencia específica del servicio (SSCS).



**Fig.2.5** Estructura de la AAL tipo 2

La subcapa SSCS se encuentra aún en proceso de normalización. La ITU-T ha creado la recomendación I.366.1 para definir exclusivamente a esta subcapa de la AAL2. Según esta recomendación, el servicio mínimo proporcionado por esta subcapa es la de segmentación y reensamblado. También puede llevar a cabo la detección de errores.

La subcapa CPS utiliza paquetes de 3 bytes de encabezado (CPS-PH) seguida de una carga útil de tamaño variable (CPS-PP). El formato de estos paquetes se muestra en la Figura 2.6.



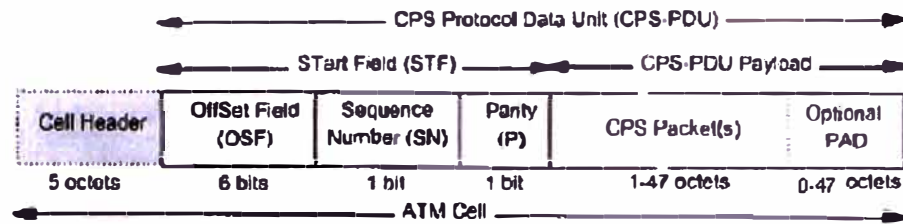
**Fig.2.6** Formato paquete CPS

El encabezado CPS-PH consta de 4 campos:

- CID: Identificador de canal de 8 bits, este valor identifica al usuario CPS de la AAL2. El canal de la AAL2 es bidireccional y debe usarse el mismo valor de identificación de canal en ambos sentidos.
- LI: Indicador de longitud de 6 bits que establece (en forma binaria) el número de octetos (menos uno) en la carga útil del paquete CPS. Donde el máximo valor puede ser de 45 (por defecto) o 64 octetos. La longitud máxima es exclusiva de cada canal y todas las CPS-PP que corresponden a un mismo CID tienen una longitud máxima establecida por procedimientos de señalización o gestión.
- UUI: Indicación usuario a usuario de 5 bits que permite la comunicación entre entidades SSCS o entre gestión de capas. Se tienen 32 puntos de código (0 .. 31) que están disponibles para entidades SSCS (0 .. 27), para gestión de capas (30,31) y para normalización futura (28,29).
- HEC: Control de errores del encabezado de 5 bits. El receptor utiliza el contenido del campo HEC para detectar errores en el encabezado CPS-PH.

Los paquetes CPS (de igual o diferente longitud) se multiplexan y empaquetan para formar la CPS-PDU, que posteriormente pasa a ser el campo de carga útil de la celda ATM. La CPS-PDU consta de un campo de inicio (STF) de 1 octeto y una carga útil CPS-PDU de 47 octetos. El campo STF está subdividido a su vez en 3 subcampos como se

muestra en la Figura 2.7, estos son: el campo descentrado (OSF), el número de secuencia (SN) y el bit de paridad (P).



**Fig.2.7** Formato de la CPS-PDU

El campo descentrado (OSF) de 6 bits indica el punto de inicio (medido en octetos) del primer paquete CPS dentro de la carga útil de la CPS-PDU. El máximo valor es 47. Para propósitos de detección de errores se cuentan con un campo de número de secuencia (SN) y un bit de paridad (P). Ambos utilizados en el extremo receptor.

La carga útil de la CPS-PDU puede transportar varios paquetes CPS (completos o parciales) o incluso ninguno. En este sentido se pueden presentar 3 casos: que todo el campo de carga útil sea cubierto por paquetes CPS completos, que el último paquete CPS introducido fuese de forma parcial (su complemento se empaqueta en la siguiente CPS-PDU) y que el último paquete introducido no consiga llenar la carga útil de la CPS-PDU. En este último caso se usan los rellenos (PADs)

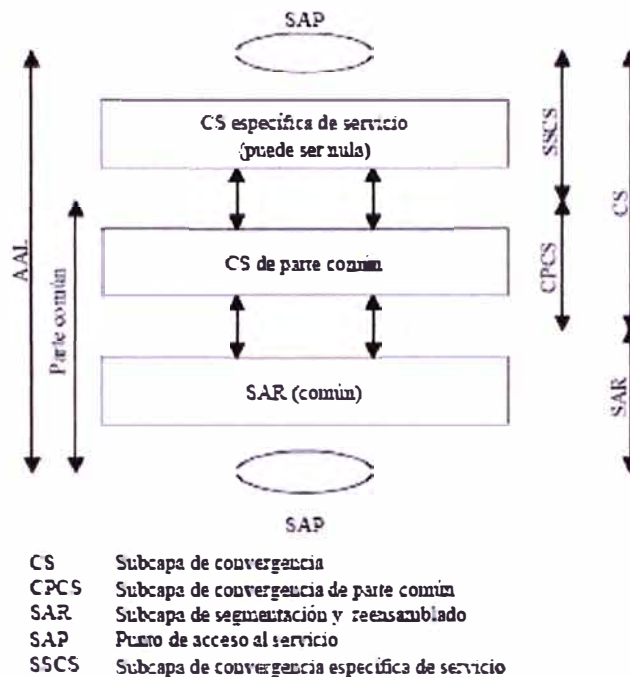
Otra característica de la CPS AAL2 es su conexión, que se define extremo a extremo como una concatenación de canales AAL2. Estos canales se establecen sobre un circuito virtual permanente (PVC) de capa ATM o un circuito virtual conmutado (SVC).

### **2.3 Capa de Adaptación ATM Tipo 3/4 (AAL3/4)**

El protocolo AAL3/4 puede proporcionar servicios orientados o no a conexión. En el primer caso se pueden definir varias conexiones lógicas SAR en una misma conexión ATM, mientras que en el servicio no orientado a conexión cada bloque de datos presentado a la capa SAR se trata de forma independiente. AAL3/4 se caracteriza también por proporcionar servicios en modo continuo y en modo mensaje. En el primer caso se transfieren datos de baja velocidad en forma continua y con pequeño retardo, los datos pasan a la AAL en bloques de tamaño fijo y se transmiten una por celda. En el

modo mensaje se transfieren los datos por medio de tramas, se transmite un solo bloque de datos de la capa superior a la AAL en una o más celdas.

La estructura de la AAL3/4 es como se muestra en la Figura 2.8. Donde la capa de convergencia (CS) esta dividida en la CS de parte común (CPCS) y la CS específica del servicio (SSCS). La CPCS y la subcapa SAR forman la parte común de la AAL3/4.



**Fig.2.8** Estructura de la AAL3/4

Un bloque de datos de la capa superior (CPCS-SDU) se encapsula como carga útil en una PDU de la subcapa CPCS, obteniéndose la CPCS-PDU que se muestra en la Figura 2.9.

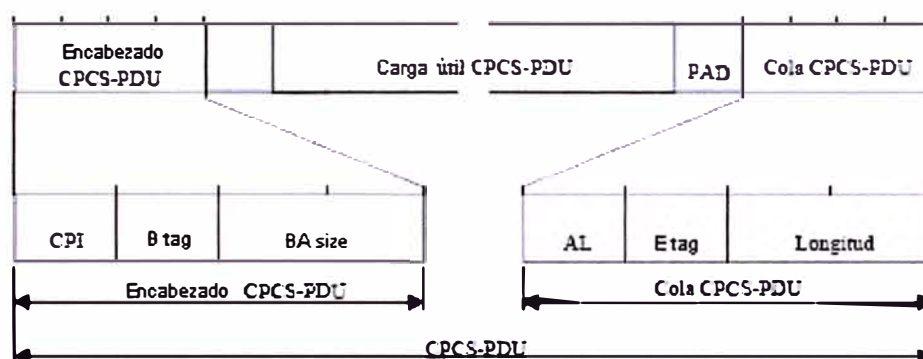
Básicamente la CPCS-PDU consta de un encabezado, un campo de carga útil y una cola. El encabezado a su vez se divide en 3 campos:

- CPI: Campo de indicador de parte común de 1 octeto, se utiliza para interpretar el resto de campos en el encabezado y en la cola de la CPCS-PDU. Actualmente solo está definido el valor CPI igual a 0, que indica las unidades de cómputo de los campos BAsize y Longitud en octetos.
- Btag: Campo de rótulo de inicio de 1 octeto, permite la asociación de encabezado y cola de la CPCS-PDU. El emisor inserta el mismo valor en el rótulo de inicio y en



el rótulo de fin (Etag) en la cola de una CPCS-PDU específica y cambia el valor para cada CPCS-PDU sucesiva. El receptor se encarga de comprobar el valor de ambos campos.

- BAsize: Campo de indicación de tamaño de asignación de memoria temporal de 2 octetos, indica al extremo receptor el tamaño máximo de memoria temporal para recibir la CPCS-PDU. En el modo mensaje, el valor BAsize es igual a la longitud de la carga útil de la CPCS-PDU. En el modo continuo, el valor BAsize es mayor o igual que dicha longitud.



CPI	Indicador de partes comunes ( <i>common part indicator</i> )	(1 octeto)
B tag		(1 octeto)
BA size		(2 octetos)
PAD	Relleno ( <i>padding</i> )	(0 ... 3 octetos)
AL	Alineación ( <i>alignment</i> )	(1 octeto)
Etag		(1 octeto)
Longitud	Longitud de carga útil de la CPCS-PDU	(2 octetos)

**Fig.2.9** Formato de la CPCS-PDU para la AAL3/4

- PAD: Campo de relleno de longitud variable entre 0 y 3 octetos, se utiliza para complementar la carga útil de la CPCS-PDU y obtener un múltiplo entero de 4 octetos.
- AL: Campo de alineación de 1 octeto, sirve para alinear en 32 bits la cola de la CPCS-PDU.
- Etag: Campo de rótulo de fin de 1 octeto. Es usado con el Btag del encabezado.
- Longitud: Campo de longitud de 2 octetos, que indica la longitud del campo de carga útil de la CPCS-PDU.

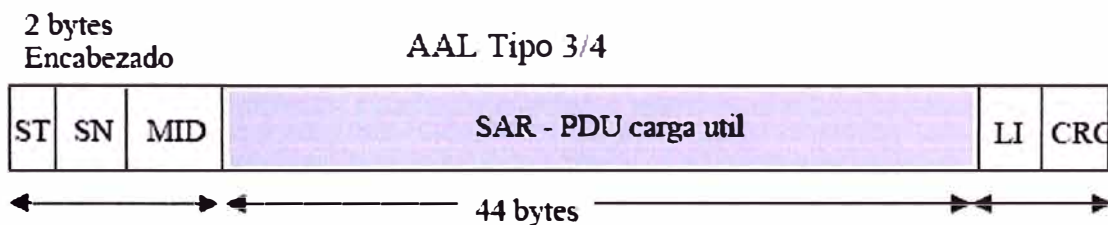
La CPCS-PDU pasa a la subcapa SAR y se segmenta en bloques de 44 octetos. Cada bloque pasa a ser la carga útil de una SAR-PDU que incluye un encabezado (2 octetos) y una cola (2 octetos), obteniéndose una SAR-PDU de 48 octetos. Finalmente cada SAR-PDU se encapsula como carga útil en una celda ATM.

El formato de la SAR-PDU es como se muestra en la Figura 2.10. El encabezado presenta 3 campos:

- ST: Campo de tipo de segmento de 2 bits, que identifica una SAR-PDU que contiene el inicio de un mensaje (BOM), la continuación de un mensaje (COM), el fin de un mensaje (EOM) o un mensaje monosegundo (SSM).
- SN: Campo de número secuencial de 4 bits, que indica el número de secuencia de cada SAR-PDU que corresponde a un mensaje específico (una SAR-SDU). Inicia el conteo con un mensaje BOM, aumentando este valor en una unidad con cada mensaje COM hasta finalizar en un mensaje EOM. El receptor se encarga de verificar esta secuencia.
- MID: Campo de identificación de multiplexación de 10 bits, que se utiliza para identificar las SAR-PDU que pertenecen a una SAR-SDU determinada. Todas estas SAR-PDU llevan el mismo código MID. En aplicaciones orientadas a conexión, este campo permite la multiplexación de varias conexiones SAR en una misma conexión ATM.

La cola de la SAR-PDU esta dividida en 2 campos:

- LI: Campo de identificación de longitud de 6 bits, que indica el número de octetos de información de SAR-SDU que están incluidos en el campo de carga útil de la SAR-PDU. Estos valores dependen del tipo de segmento.
- CRC: Campo de verificación por redundancia cíclica de 10 bits, que se utiliza para detectar errores en los bits en toda la SAR-PDU.



**Fig.2.10** SAR-PDU de la AAL3/4

## 2.4 Capa de Adaptación ATM Tipo 5 (AAL5)

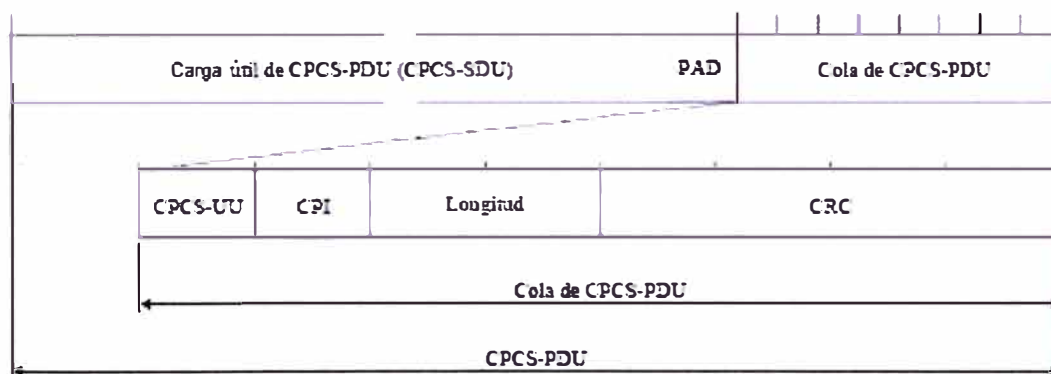
El protocolo AAL5 se introdujo para proporcionar un servicio de transporte funcional para protocolos de capa superior orientados a conexión, como una alternativa al protocolo AAL3/4 existente que incluía mucho overhead. El protocolo AAL5 es ideal para la transmisión de datos, por ejemplo en aplicaciones de Emulación LAN, IP sobre ATM y Frame Relay (2,3).

Entre las razones que llevaron a la existencia de la AAL5 están:

- Reducir el coste adicional de procesamiento de protocolo.
- Reducir el coste de la transmisión.
- Asegurar la adaptabilidad a los protocolos de transporte existentes.

Al igual que la AAL3/4, la parte común proporciona 2 modos de servicio: modo mensaje y modo continuo (ya definidos).

La estructura de la AAL5 es la misma que la de la AAL3/4 (ver Figura 2.8). El bloque de datos de la capa superior (CPCS) se encapsula como carga útil en una CPCS-PDU, el cual incluye una cola como se muestra en la Figura 2.11.



PAD	Relleno ( <i>padding</i> )	(0 ... 47 octetos)
CPCS-UU	Indicación de usuario a usuario CPCS	(1 octeto)
CPI	Indicador de parte común	(1 octeto)
Longitud	Longitud de CPCS-SDU	(2 octetos)
CRC	Verificación por redundancia cíclica	(4 octetos)

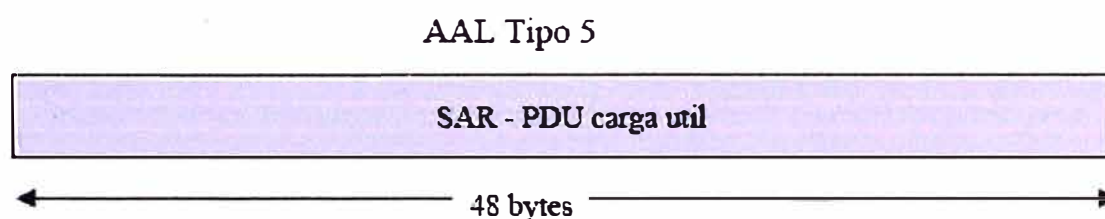
**Fig.2.11** Formato de la CPCS-PDU de la AAL5

La cola de 8 octetos se subdivide en 4 campos que son:

- CPCS-UU: Campo de indicación de usuario a usuario CPCS de 1 octeto, se utiliza para transferir la información de usuario a usuario CPCS en forma transparente.
- CPI: Campo de indicación de parte común de 1 octeto, la única función implementada para este campo es la alineación de la cola CPCS-PDU a 64 bits con el valor de CPI igual a 0.
- Longitud: Campo de longitud de 2 octetos, que se usa para codificar la longitud en octetos de la carga útil de la CPCS-PDU.
- CRC: Campo de comprobación de redundancia cíclica de 4 octetos, que es utilizado para detectar errores en los bits en la CPCS-PDU.

El campo de relleno (PAD) sirve para hacer que la longitud de la CPCS-PDU sea un múltiplo entero de 48 octetos, rellenando el espacio no utilizado por la carga útil de la CPCS-PDU. El campo PAD puede tener una longitud entre 0 y 47 octetos.

La CPCS-PDU resultante es segmentada en varias cargas útiles de SAR-PDU de 48 octetos cada uno. Cada carga útil corresponde a una SAR-PDU sin encabezado ni cola como se muestra en la Figura 2.12. Durante este proceso se dan valores SDU de 0 ó 1 a las SAR-PDU obtenidas, de tal modo que las primeras SAR-PDU consecutivas de una misma CPCS-PDU tienen la SDU igual a 0 y sólo la última SAR-PDU obtenida tiene la SDU igual a 1. Este valor de la SDU se codifica en el campo TPI (tipo de carga útil) del encabezado de la celda ATM.



**Fig.2.12** SAR-PDU de la AAL5

## **CAPITULO III PARAMETROS Y DESCRIPTORES DE TRAFICO**

### **3.1 Definiciones**

#### **3.1.1 Control de Admisión de Conexión (CAC)**

Se define como el conjunto de acciones ejecutadas por la red durante la fase de establecimiento de la comunicación (o durante la fase de renegociación de la llamada) para determinar si se acepta o no una conexión de VC/VP. **(5)**

Si la red puede satisfacer la calidad de servicio (QoS) de una nueva conexión sin arriesgar la QoS de las conexiones establecidas, entonces la conexión es aceptada. La elección de un trayecto a través de la red también forma parte del control de admisión de la conexión por la red.

#### **3.1.2 Control de Parámetros de Uso (UPC)**

Se define como el conjunto de acciones ejecutadas por la red para monitorear y controlar el tráfico ofrecido y la validación de una conexión ATM en la interface usuario-red. Esto constituye un requerimiento esencial para cualquier red que soporta múltiples servicios. Sin embargo, la función principal del UPC es proteger los recursos de la red de un mal funcionamiento ya sea causado de forma accidental o dolosa por parte del usuario, lo cual puede afectar la calidad de servicio (QoS) de otras conexiones ya establecidas. **(5,6)**

#### **3.1.3 Definición de Conformidad**

La conformidad es la aplicación en una determinada interfaz normalizada de uno o más criterios a una celda ATM o una trama. El algoritmo GCRA determina si una celda está en conformidad. **(7,8)**

### 3.1.4 Algoritmo Genérico de Velocidad de Celda (GCRA)

El algoritmo GCRA es usado para definir la conformidad respecto al contrato de tráfico. Para cada arribo de celda, éste algoritmo determina si la celda está conforme con el contrato de tráfico de la conexión. Este algoritmo también define (de forma operacional) la relación entre los parámetros de tráfico PCR (Velocidad de celdas pico) y CDVT (Tolerancia a la variación de retardo de celdas), y entre SCR (velocidad de celdas sostenible) y BT (Tolerancia a ráfagas) **(8,9)**

El GCRA consta únicamente de 2 parámetros: Incremento (I) y Límite(L); por lo que se le denota como "GCRA(I,L)", donde estos parámetros no necesariamente son enteros.

### 3.1.5 Descriptores de Tráfico

Especifica las características de tráfico negociadas en una conexión.

El descriptor de tráfico ATM; es la lista genérica de parámetros de tráfico que pueden utilizarse para captar las características de tráfico de una conexión ATM.

Un descriptor de tráfico de fuente; es un conjunto de parámetros de tráfico pertenecientes al descriptor de tráfico ATM utilizado durante el establecimiento de la conexión para captar las características de tráfico intrínsecas de la conexión solicitada por la fuente.

Un descriptor de tráfico de conexión; es un conjunto de parámetros de tráfico pertenecientes al descriptor de tráfico ATM utilizado durante el establecimiento de la conexión para captar las características de tráfico de la conexión en una interfaz dada. El descriptor de tráfico de conexión consiste en el descriptor de tráfico de fuente, la descripción de conformidad de celdas y las tolerancias a la variación del retardo de celdas (CDVT) asociadas a esa interfaz. **(8,10)**

Los procedimientos de control de admisión de la conexión emplearán el descriptor de tráfico de fuente y las tolerancias CDV asociadas (incluidos en el descriptor de tráfico de la conexión) para aceptar o rechazar solicitudes de conexión.

El usuario deberá proporcionar, en la fase de establecimiento de la conexión, una descripción de las características del tráfico que cualquier conexión solicitada pueda ofrecer.

### 3.2 Contrato de Tráfico

Se define como un acuerdo entre el usuario y la red sobre el comportamiento del tráfico y el nivel de servicio que es requerido por la conexión. El contrato de tráfico especifica las características negociadas de una conexión. Esta negociación se da al iniciarse una conexión (una aplicación en un terminal) y antes que el tráfico se incorpore. **(6,9)**

El Contrato de Tráfico consiste en un descriptor de tráfico de conexión y un conjunto de parámetros de QoS para cada dirección de la conexión, y que incluye además la definición de conformidad de ésta. **(8,9)**

El Contrato de Tráfico define la QoS en términos de los objetivos de extremo a extremo, es decir, dentro de los límites de la red ATM.

Los valores de los parámetros del contrato de tráfico se hacen en forma explícita o implícita.

- Explícitamente: Su valor es asignado por el sistema terminal para SVCs, por el NMS (Network Management System) para PVCs, o bien en la suscripción.
- Implícitamente: Asignados por la red de acuerdo a reglas que dependen de información explícita entregada por el sistema terminal.

### 3.3 Calidad de Servicio (QoS)

La RDSI-BA debe poder cumplir diferentes requisitos de calidad de servicio. Estos requisitos de calidad de servicio se especifican en términos de valores objetivos de algunos de los parámetros de calidad de funcionamiento de la red. Estos parámetros de calidad de funcionamiento de la red incluyen la tasa de pérdida de celdas (CLR), el retardo de transferencia de celdas (CTD) y la variación del retardo de celda (CDV). **(10)**

Aunque son diversas las exigencias de calidad servicio de los usuarios RDSI-BA, la red sólo puede satisfacer un conjunto limitado de clases de servicios. **(10)**

La negociación de una clase de calidad de servicio específica de la capa ATM se efectúa en la fase de establecimiento de la conexión. Esta clase de calidad de servicio forma

parte del contrato de tráfico. Mientras el usuario cumpla con el contrato de tráfico, la red está obligada a satisfacer la calidad de servicio solicitada.

La clase de calidad de servicio convenida en el contrato de tráfico define solamente la calidad de servicio de la capa ATM. Las capas superiores (incluida la AAL) deben ser capaces de traducir esta calidad de servicio ATM para cualquier aplicación específica que la solicite.

### **3.3.1 Parámetros de la Calidad de Funcionamiento de la Red**

Son parámetros que pueden estimarse a partir de observaciones en los puntos de medición (MP). Un punto de medición está situado o bien en una interfaz usuario-red o un nodo de conmutación/señalización.

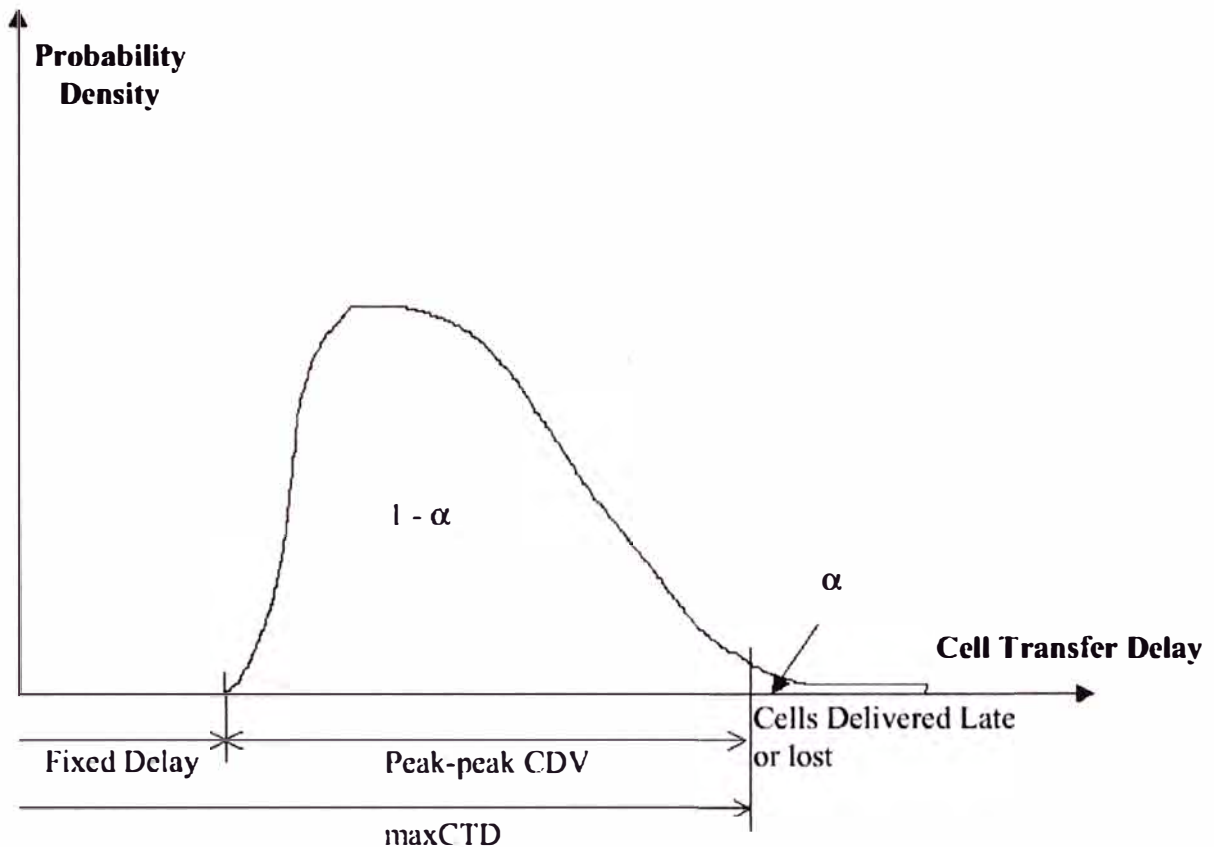
### **3.3.2 Parámetros de Calidad de Servicio**

Son parámetros que nos ayudan a definir la forma en que se comporte la red. Los parámetros de calidad de servicio pueden ser :

#### **a) Parámetros negociables por el contrato de tráfico:**

- CLR: Tasa de pérdidas de celdas, se define como el porcentaje de celdas perdidas de un total de celdas transmitidas. La red puede proporcionar un objetivo de tasa de pérdida de celdas para cada uno de los componentes de una conexión ATM.
- maxCTD: Retardo máximo de la transferencia de una celda, es el retardo o latencia máximo permitido que puede tardar una celda en ser transmitida de un extremo a otro de la conexión. Se pueden deber a encolamientos (nodos) internos/externos, medio físico, retardo de propagación y procesamiento, etc. Si la celda supera este valor de retardo se considera perdida o inutilizada.
- Peak-to-peak CDV: Variación de retardo de celdas pico a pico, es la máxima fluctuación que se puede producir en el retardo de las celdas. **(11)**





**Fig.3.1** Densidad de probabilidad

En la Figura 3.1 se grafica una función de densidad de probabilidad del parámetro CTD en servicios de tiempo real (CBR ó VBR), en el cual se trazan los parámetros maxCTD y peak-to-peak CDV. Existe un retardo fijo (Fixed Delay) que depende generalmente del medio físico o de las componentes fijas del sistema, y que representa el valor mínimo de retardo con el que llegan las primeras celdas hacia el otro extremo. El área  $\alpha$  representa las celdas perdidas. (8,9)

**b) Parámetros no negociables por el contrato de tráfico:**

- CER: Tasa de errores de celdas, es la relación entre el número total de celdas con errores y la suma de este número total de celdas con errores y el número total de celdas transferidas con éxito.
- S-ECBR: Tasa de bloques de celdas con muchos errores, se define como la relación entre el total de bloques de celdas con muchos errores y el total de bloques de celdas transmitidas. Un bloque de celdas es una secuencia de N celdas transmitidas consecutivamente en una conexión dada.

- CMR: Velocidad de celdas mal insertadas, es el número total de celdas incorrectamente insertadas por segundo de conexión.

### 3.4 Parámetros de Tráfico

Describen las características de tráfico de una fuente. Un parámetro de tráfico es una especificación de un aspecto en particular del tráfico y este puede ser cualitativo ó cuantitativo. **(8,9,10)**

Los parámetros de tráfico son: PCR (Velocidad de celdas pico), SCR (Velocidad de celdas sostenible), MBS (Tamaño máximo de ráfaga) y MCR (Velocidad mínima de celdas)

- PCR: Velocidad de celdas pico, es el caudal máximo que permite un VC. Representa también el menor intervalo de tiempo para 2 celdas consecutivas.
- CDVT: Tolerancia a la variación de retardo de celdas,
- SCR: Velocidad de celdas sostenible, es el límite superior para la tasa de transmisión promedio. Las conexiones que utilizan servicio de tasa variable (VBR) pueden especificar una SCR.
- MBS: Tamaño máximo de ráfagas, especifica el máximo número de celdas que pueden ser transmitidos a tasa peak PCR, mientras cumpla con una SCR controlada.
- MCR: Velocidad mínima de celdas, se usa en servicios que operan con un limitado ancho de banda para garantizar que las conexiones no se corten.

## **CAPITULO IV CATEGORIAS DE SERVICIO**

Para poder describir los servicios (actuales y futuros) soportados en ATM se han definido categorías de servicio que relacionan características del tráfico y los requisitos de QoS con el comportamiento de la red **(8)**. ATM es una tecnología multiservicio, se podría pensar que la mayoría de los requerimientos que son específicos a una aplicación dada podrían ser resueltas en los límites de la red ATM eligiendo apropiadamente una AAL. Sin embargo, por definición, la capa ATM no debe confiar en los protocolos AAL pues estos son específicos del servicio, tampoco en las capas superiores los cuales son específicos de la aplicación. **(8)**

Estas categorías de servicio se pueden clasificar en general como servicios en tiempo real ó en tiempo no real. Esta categorización la realizó el Foro ATM con el fin de poder de identificar el tipo de servicio requerido por el usuario. La ITU-T también hizo lo mismo pero con términos diferentes, incluso algunos puntos no se corresponden con lo propuesto por el foro ATM y otros aún no han sido definidos; por lo que aquí exponemos la definición dada por el foro ATM.

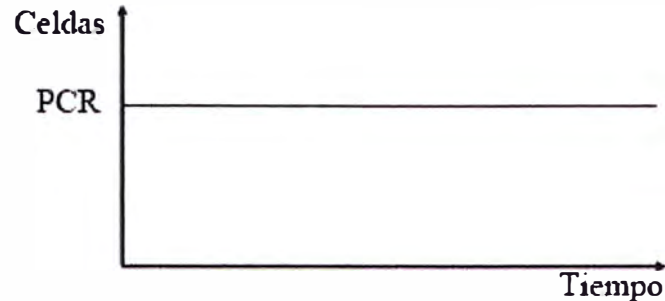
### **4.1 Servicios en Tiempo Real**

Se consideran 2 variables básicas: el retardo y la variación del mismo (jitter). Esto debido a que los retardos son permitidos pero deben ser lo mínimo posible y de acuerdo a la aplicación. La falta de continuidad o pérdidas excesiva de celdas provocan una caída significativa de la calidad. Los servicios en tiempo real son: CBR (Velocidad binaria constante) y rt-VBR (Velocidad binaria variable de tiempo real).

#### **4.1.1 Servicio CBR**

El servicio CBR utiliza un caudal fijo durante toda su conexión y un retardo de transmisión relativamente bajo y predecible. Se usa comúnmente para información de audio y video sin comprimir. Se reserva un ancho de banda que aunque no se utilice siempre esta

disponible (puede haber silencio). Este ancho de banda es caracterizado por un valor PCR (ver Figura 4.1), pero se pueden usar velocidades binarias menores.



**Fig.4.1 Servicio CBR**

Como aplicaciones del servicio CBR se tienen:

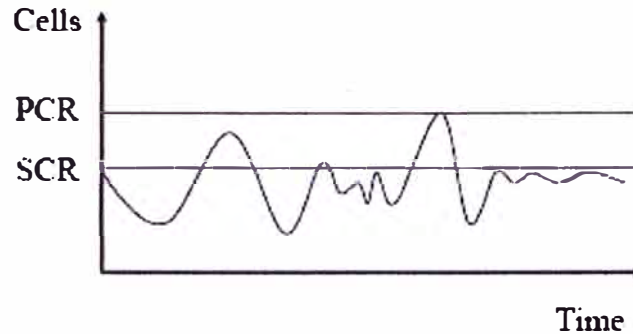
- Videoconferencia
- Audio interactivo (como telefonía)
- Distribución de audio/video (televisión, enseñanza a distancia, servicios tipo pay-per-view)
- Recuperación de audio/video (video bajo demanda, audioteca).
- Emulación de circuitos.
- Cualquier aplicación de transferencia de datos/texto/imagen que contenga tráfico suficiente, que el tiempo de respuesta del sistema justifique ocupar completamente el canal reservado a CBR. **(8)**

#### **4.1.2 Servicio rt-VBR**

El servicio rt-VBR es de un caudal variable y esta pensado para aplicaciones sensibles al tiempo (firmemente ligado al retardo y a su variación), que lo hacen apropiado para aplicaciones de voz y video. La transferencia de celdas en el servicio rt-VBR se caracteriza por ser a ráfagas (velocidad variable).

El servicio rt-VBR es más flexible que el servicio CBR, puesto que permite una multiplexación estadística entre varias conexiones (fuentes de tiempo real) sobre una misma capacidad dedicada.

Los parámetros de tráfico específicos para el servicio rt-VBR son PCR, SCR y MBS (máximo tamaño de ráfaga) (8). Estos parámetros se muestran en la Figura 4.2.



**Fig.4.2 Servicio VBR**

Como aplicaciones del servicio rt-VBR se tienen voz/video comprimidos.

## 4.2 Servicios en Tiempo no Real

Son servicios destinados a soportar aplicaciones en tiempo no real; es decir, no presentan fuertes restricciones en cuanto a retardo ni a la variación del mismo. Son aplicaciones que tienen característica de tráfico a ráfagas. Todo esto hace que la red sea más flexible en la gestión de los flujos de tráfico, permitiendo un mayor uso de la multiplexación estadística para elevar su eficiencia. (2)

Los servicios de tiempo no real son: nrt-VBR (Velocidad binaria variable de tiempo no real), UBR (Velocidad no especificada), ABR (Velocidad disponible) y GFR (Velocidad de tramas garantizada).

### 4.2.1 Servicio nrt-VBR

Servicio proporcionado a aplicaciones de tiempo no real, con características de tráfico a ráfagas y que tienen como parámetros los valores de PCR, SCR y MBS (al igual que rt-VBR). Aplican un contrato de tráfico, en el cual las aplicaciones esperan una tasa mínima de pérdida de celdas y un retardo relativamente pequeño.

Tiene como aplicaciones:

- Procesamiento de transacciones donde el tiempo de respuesta es crítico (reservaciones de aerolíneas, transacciones bancarias, monitoreo de procesos)
- Frame Relay interworking.

#### **4.2.2 Servicio UBR**

Es un servicio de “mejor esfuerzo” que aprovecha dinámicamente el ancho de banda no utilizado (en cualquier instante de tiempo), pero sólo en aplicaciones de tiempo no real. Son tolerantes a los retardos y a cierta tasa de pérdida de celdas, no especifica ninguna garantía de servicio, no necesita reservar ancho de banda y tampoco proporciona realimentación relativa a la congestión. Estas características lo hacen apropiado para transferencias de archivos y correo electrónico. **(8)**

Entre las aplicaciones del servicio UBR se tienen:

- Transferencia interactiva de texto/datos/imagen (transacción bancaria, verificación de tarjetas de crédito).
- Mensajería de texto/datos/imagen (correo electrónico, telex, fax)
- Distribución de Texto/Datos/Imagen (imágenes satelitales del tiempo)
- Recuperación Texto/Datos/Imagen (transferencia de archivos)
- Agrupación de LAN (ej., interconexión o emulación de LAN)
- Terminal Remoto (teletrabajo, telnet)

#### **4.2.3 Servicio ABR**

Servicio bajo demanda orientadas a aplicaciones de tiempo no real, que mejora el servicio ofrecido por UBR. Es tolerante a los retardos pero poco a la pérdida de celdas. La velocidad a que puede transmitir la fuente se negocia con la red mediante un mecanismo de control de flujo, de tal manera que se asegura una capacidad mínima de tráfico a transmitir y un máximo de ancho de banda requerido especificado por los parámetros MCR y PCR respectivamente. El valor MCR puede ser nulo. El ancho de banda disponible puede variar pero no debe ser menor que el MCR dado.

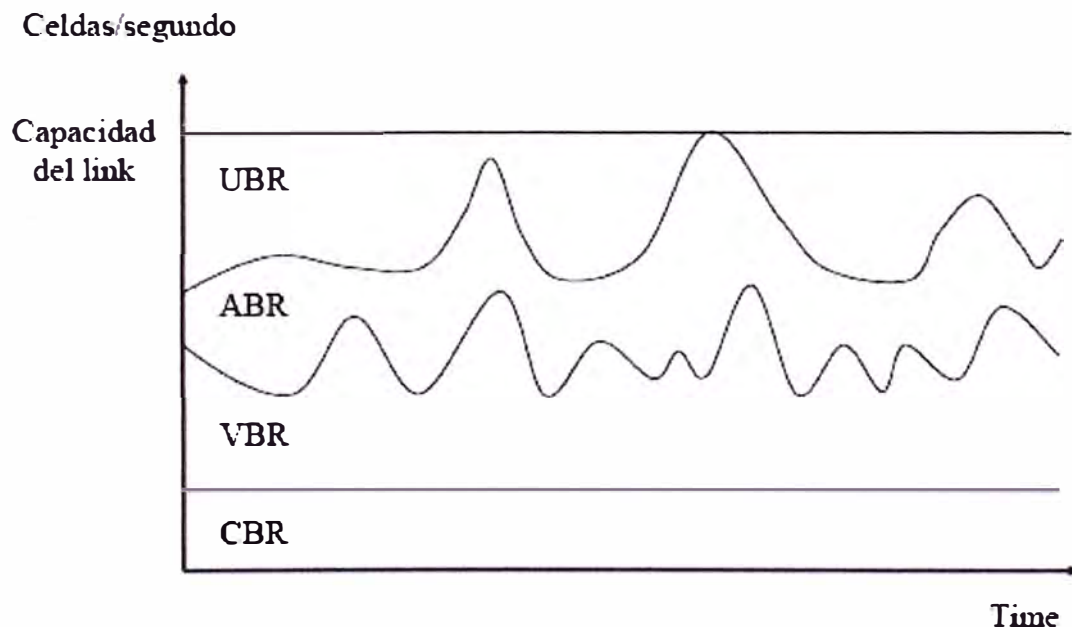
El mecanismo ABR hace uso explícito de realimentación hacia las fuentes para asegurar que la capacidad se ha reservado adecuadamente. La capacidad no utilizada por las fuentes ABR permanece disponible para el tráfico UBR.

El servicio ABR soporta un alto grado de multiplexación estadística del tráfico generado por las fuentes.

Entre las aplicaciones del servicio ABR están:

- Cualquier aplicación UBR que pueda tomar ventaja del protocolo de control de flujo ABR de manera de alcanzar una baja CLR.
- Transferencia de datos críticos (información de defensa).
- Aplicaciones de super computadora.
- Aplicaciones de datos que requieran un mejor comportamiento en el retardo, como servicios de distribución de archivos (NFS).
- Interconexiones LAN, servicios de interconexión de redes.
- Emulación LAN.

La Figura 4.3 esboza una capacidad de enlace que es compartida por aplicaciones que tienen comportamientos diferentes, de tal forma que cada una aproveche al máximo el ancho de banda.



**Fig.4.3** Categorías de servicio CBR, VBR, ABR y UBR

#### 4.2.4 Servicio GFR

El servicio GFR (último en definir) es propuesta por la ITU-T, pero también es estandarizada por el foro ATM. Servicio creado con el fin de dar soporte a aquellas aplicaciones con características que dificultan la determinación de los parámetros requeridos por las anteriores categorías **(10)**

Este servicio está orientado a aplicaciones en tiempo no real que pueden tolerar bajas pérdidas de celdas y que proporciona como mínimo una velocidad de celdas MCR, parámetro de tráfico GFR al igual que PCR, MBS (Tamaño máximo de ráfagas) y MFS (Tamaño máximo de tramas).

La GFR requiere que las celdas de datos de usuario estén agrupados en tramas y que estas puedan ser delimitados en la capa ATM (GFR sólo se aplica en la VCC). Estas tramas son enviadas por el usuario pueden ser marcadas y no marcadas. Una trama marcada significa que tiene menos importancia (para el usuario) que una trama no marcada en una conexión específica. Una trama marcada tiene todas sus celdas con un valor CLP (prioridad de pérdida de celdas) igual a 1, y por tanto puede (toda la trama) ser descartada en caso de congestión; mientras que una trama no marcada tiene todas sus celdas con un valor CLP igual a 0. En toda trama enviada por el usuario se deben tener a todas las celdas con el mismo valor CLP. Las QoS no se aplican en celdas que pertenecen a tramas con celdas de valores indistintos a 1 ó 0, ni en celdas de tramas marcadas. Tampoco se aplican las QoS si la MCR es igual a 0 (MCR debe ser mayor que 0).

La GFR no proporciona información del nivel de congestión de la red desde la capa ATM, esta información se obtiene de los protocolos de las capas superiores a partir de la información de las tramas entregadas o descartadas.

Existen dos versiones para GFR, se denominan GFR1 y GFR2:

GFR1: La red transporta el bit CLP transparentemente. No se aplica el rotulado.

GFR2: La red puede aplicar rotulado de trama, rotulando todas las celdas de una trama que no pasa la prueba de trama F-GCRA (Algoritmo genérico de velocidad de celdas basado en trama).



Aplicaciones para GFR:

- Frame Relay Interworking
- Cualquier aplicación UBR que tenga datos organizados en tramas que puedan ser delimitados en la capa ATM.

En la Tabla 4.1 muestra algunas aplicaciones y las categorías de servicio que les son más apropiadas.

**Tabla 4.1** Categoría de servicios vs Aplicaciones

Aplicaciones	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	ABR	UBR
Datos críticos	Buena	Adecuada	Ideal	Adecuada	No
Interconexión de LAN's	Adecuada	Adecuada	Buena	Ideal	Buena
Transporte WAN	Adecuada	Adecuada	Buena	Ideal	Buena
Emulación de circuitos	Ideal	Buena	No	No	No
Telefonía, video conferencia	Ideal	Buena	Buena	No	No
Audio comprimido	Adecuada	Ideal	Buena	Buena	Adecuada
Distribución de video	Ideal	Buena	Adecuada	No	No
Multimedia interactiva	Ideal	Ideal	Buena	Buena	Adecuada

La Figura 4.4 muestra las categorías de servicio y los parámetros de tráfico y calidad de servicio que los caracteriza. El servicio UBR sólo puede especificar el parámetro PCR. (9)

Atributo	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	UBR	ABR	GBR
<b>Parámetros de Tráfico:</b>						
PCR	Especificado					
SCR, MBS	n/a	Especificado		n/a		
MCR	n/a			Especificado	n/a	
MCR, MBS, MFS	n/a				Especificado	
<b>Parámetros de Calidad de Servicio:</b>						
P2P CDV	Especificado		No Especificado			
MaxCTD	Especificado		No Especificado			
CLR	Especificado			No Especificado		

**Fig.4.4** Categorías de Servicio y sus atributos

### 4.3 Integración de Servicios

ATM como se ha visto es un protocolo multiservicio, lo que significa que es capaz de transportar diferentes tipos de tráfico por una misma capacidad de enlace, esto gracias a su gran ancho de banda.

La idea de una red de servicios integrados es la de una red que pueda ser compartida por tráfico generado por fuentes de diferente naturaleza, como voz y video (ya sea de distribución ó interactiva), tráfico de datos ( transmisión de documentos, acceso a base de datos, Internet, etc.). Pero como se ha visto anteriormente, las necesidades de retardo, variación del retardo, la probabilidad de error y ancho de banda de todos estos tipos de tráfico son muy diferentes. Por tanto, es clave en una red de servicios integrados la elección de las calidades de servicio adecuadas para cada tipo de tráfico. **(12)**

Uno de los mecanismos que cumplen un papel importante para que una red ATM pueda soportar simultáneamente diferentes categorías de servicio es el control de tráfico. Se necesitan funciones control que permitan una compartición efectiva de los recursos de la red entre los distintos servicios, teniendo en cuenta los requisitos de calidad de servicio de cada uno. Las diversas funciones de control deben de estar integradas junto con la gestión de los buffers con el fin de conseguir una arquitectura de control global capaz de gestionar el tráfico resultante de la integración de todos los servicios. **(12)**

## CONCLUSIONES

- No todos los requerimientos específicos de una aplicación pueden ser resueltos en los extremos de una red ATM con tan sólo seleccionar un protocolo AAL apropiado (son específicas del servicio). ATM por definición no confía en los protocolos AAL, tampoco en protocolos de capas más altas que son específicas a la aplicación.
- ATM es capaz de proporcionar una amplia gama de aplicaciones con una calidad de servicio QoS que se ajustan a las necesidades del usuario, aunque ciertas QoS no puedan aplicarse a ciertos servicios, puede que estos realmente no los necesiten de acuerdo a la naturaleza de las aplicaciones.
- ATM es una tecnología muy compleja, pero que define los parámetros de tal forma que pueda ser entendida por el usuario para que pueda elegir un nivel de calidad de servicio adecuado.
- La integración de servicios depende fundamentalmente de la correcta negociación de calidad de servicio para cada una de las aplicaciones.

## BIBLIOGRAFIA

1. José Luis Marzo, "ATM Asynchronous Transfer Mode",  
<http://eia.udg.es/~marzo/doctorat/2-3-2-xarxes-WAN-ATM.pdf> , 2004-2005.
2. William Stallings, "Comunicaciones y Redes de Computadores", PRENTICE HALL, 2000.
3. Dr. Marcelo Mejía Olvera, "Redes de Computadoras",  
<http://digitales.itam.mx/Cursos/Redes/eneromayo03> , 2003
4. Recomendación ITU-T I.363.1, "Especificación de la AAL de la RDSI-BA: AAL1", 1996.
5. Livio Lambarelli, "ATM Service Categories: The Benefits to the User", ATM White Paper, <http://www.ipmplsforum.org/education/6.shtml> .
6. Carlos Usbeck Wandemberg, "Control del Tráfico en ATM",  
<http://www.complementos-e.com/pdf/CONTROL%20DEL%20TRAFICO%20EN%20ATM.pdf> , 2002
7. Recomendación ITU-T I.356, "Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa ATM de la RDSI", 2000.
8. The ATM Forum, "Traffic Management Specification", Version 4.0, 1996.
9. Marta Barria, "Contrato de Tráfico en ATM", <http://educnet.decom-uv.cl/educnet/uploads/Contrato%20de%20Trafico.ppt?nombre=p283/Contrato%20de%20Trafico.ppt> , 2003.
10. Recomendación ITU-T I.371, "Control de tráfico y control de congestión en RDSI-BA", 2004.
11. Rogelio Montañana, "El nivel de red en Frame Relay y ATM",  
<http://www.uv.es/montanana/redes/apuntes.html> , 2007
12. Fernando Cerdán, "SOLUTIONS FOR SERVICE INTEGRATION IN ATM NETWORKS",  
[http://www.coit.es/pub/ficheros/lucent\\_761b5005.pdf?PHPSESSID=4221a92ccf104435136b0f0cc7d8aca1](http://www.coit.es/pub/ficheros/lucent_761b5005.pdf?PHPSESSID=4221a92ccf104435136b0f0cc7d8aca1) , 2001.
13. Recomendación ITU-T I.150, "Características Funcionales del Modo de Transferencia Asíncrona de la RDSI-BA", 1999.

14. Recomendación ITU-T I.210, "Principios de los servicios de telecomunicación soportados por una RDSI y medios para describirlos", 1993.
15. Recomendación ITU-T I.211, "Aspectos de servicio de la RDSI-BA", 1993.
16. Recomendación ITU-T I.311, "Aspectos generales de red de la RDSI-BA", 1996.
17. Recomendación ITU-T I.363.2, "Especificación de la AAL de la RDSI-BA: AAL2", 2000.
18. Recomendación ITU-T I.363.3, "Especificación de la AAL de la RDSI-BA: AAL3/4", 1996.
19. Recomendación ITU-T I.363.5, "Especificación de la AAL de la RDSI-BA: AAL5", 1996.
20. Recomendación ITU-T I.366.1, "Subcapa de convergencia específica del servicio de segmentación y reensamblado para la AAL2", 1998.
21. Francisco J. Pastor, Luis J. Carrión, Marino Sánchez y Alfonso de las heras, "ATM.Ingeniería de redes", <http://xinitos.wordpress.com/2007/11/28/16/>, 1999.
22. Carril Gibran Fonseca de Macedo, Nilton C.N. da Costa Braga, Nilton Alves Jr., "Tutorial: Redes ATM", <http://www.rederio.br/downloads/pdf/atm.pdf>, 1999.
23. José Luis González Sánchez, "Protocolo activo para transmisiones garantizadas sobre una arquitectura distribuída y multiagente en redes ATM", [http://www.tdx.cesca.es/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX-1204101-085733/](http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-1204101-085733/), 2001.