

# ATM

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Redes de Banda Ancha  
5º Ingeniería de Telecomunicación

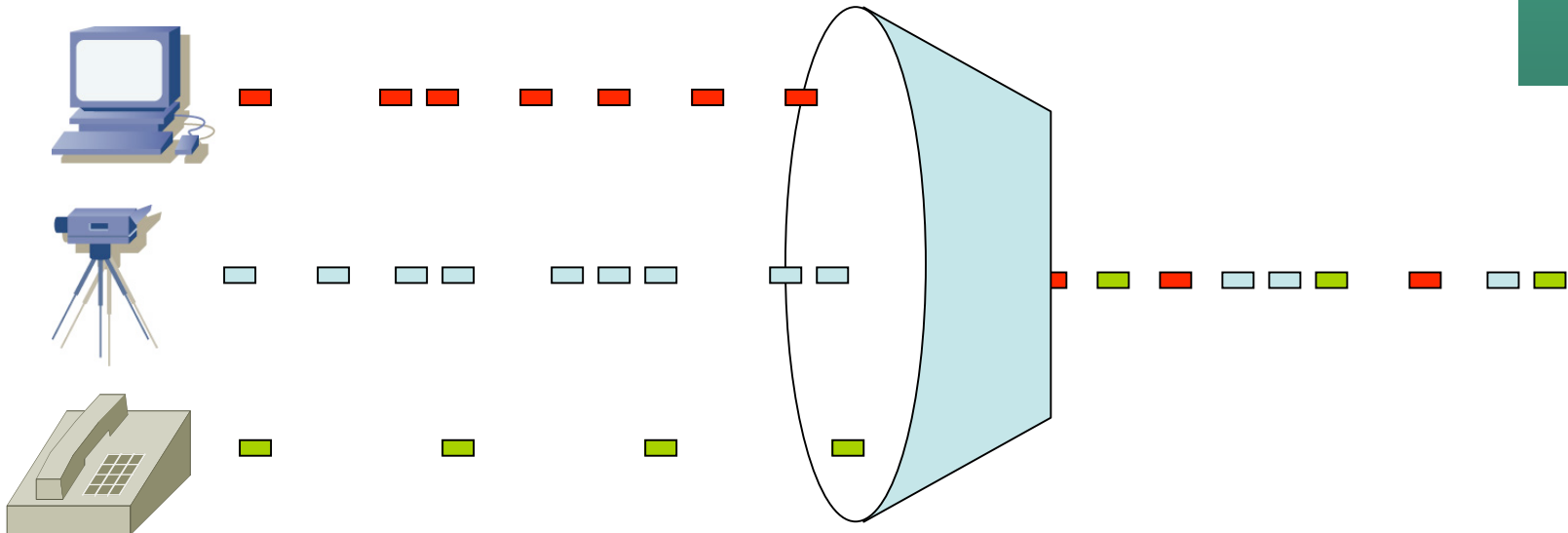
# ATM

- ATM = *Asynchronous Transfer Mode*
- Estándar de la ITU-T (I.150) y el ATM Forum
- Años 80
- Seleccionada por la ITU como tecnología para la RDSI de banda ancha (BISDN)
- Orientado a conexión (circuitos virtuales): permite ofrecer capacidad garantizada y retardo acotado
- Conmutación de paquetes: eficiencia ante tráfico intermitente
- Una red para todo tipo de tráfico
  - Voz
  - Vídeo
  - Datos
- Conmutación de “celdas”: paquetes pequeños de tamaño constante
- No asegura que lleguen
- Mantiene el orden de las celdas



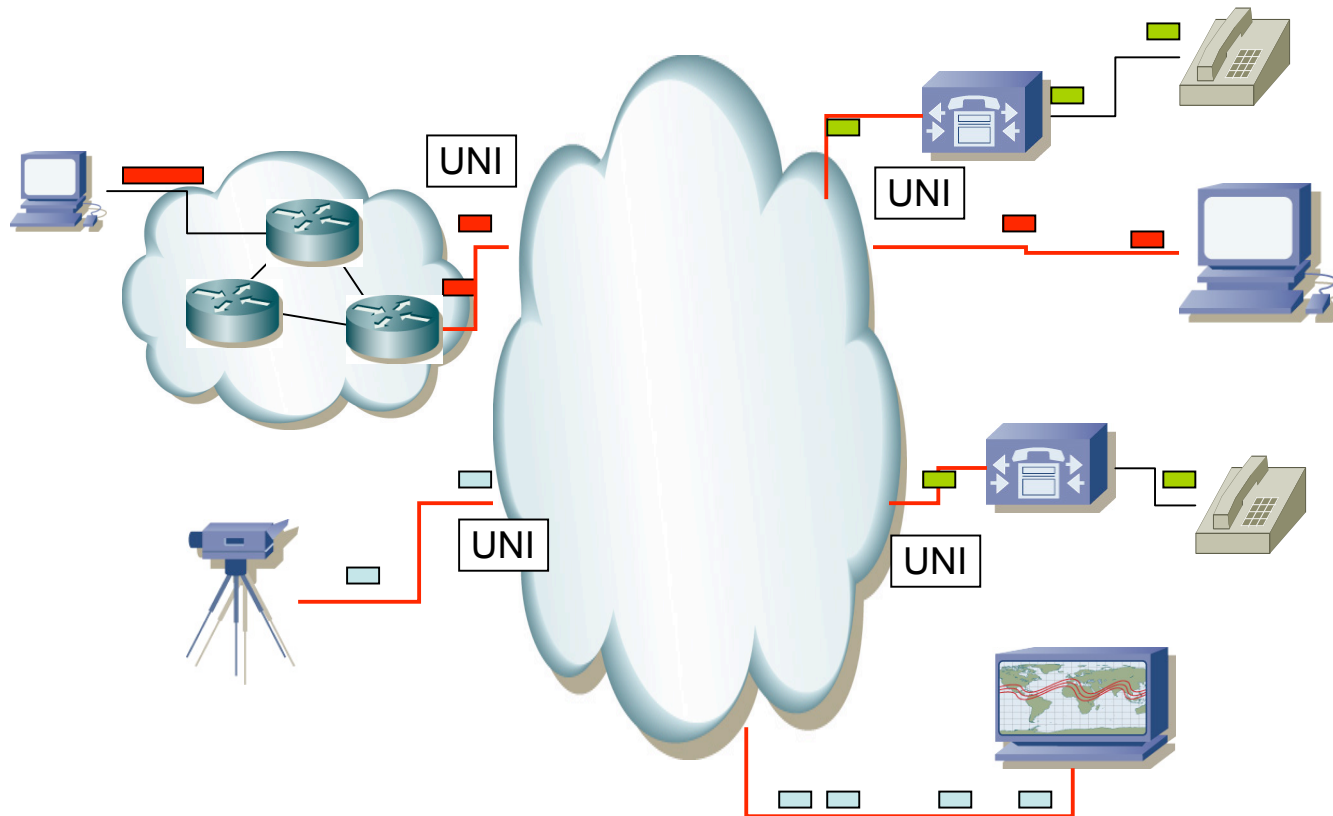
# Introducción

- Mínima funcionalidad en la cabecera de las celdas
- No le preocupa la información dentro de los datos
- Aprovecha la *multiplexación estadística*



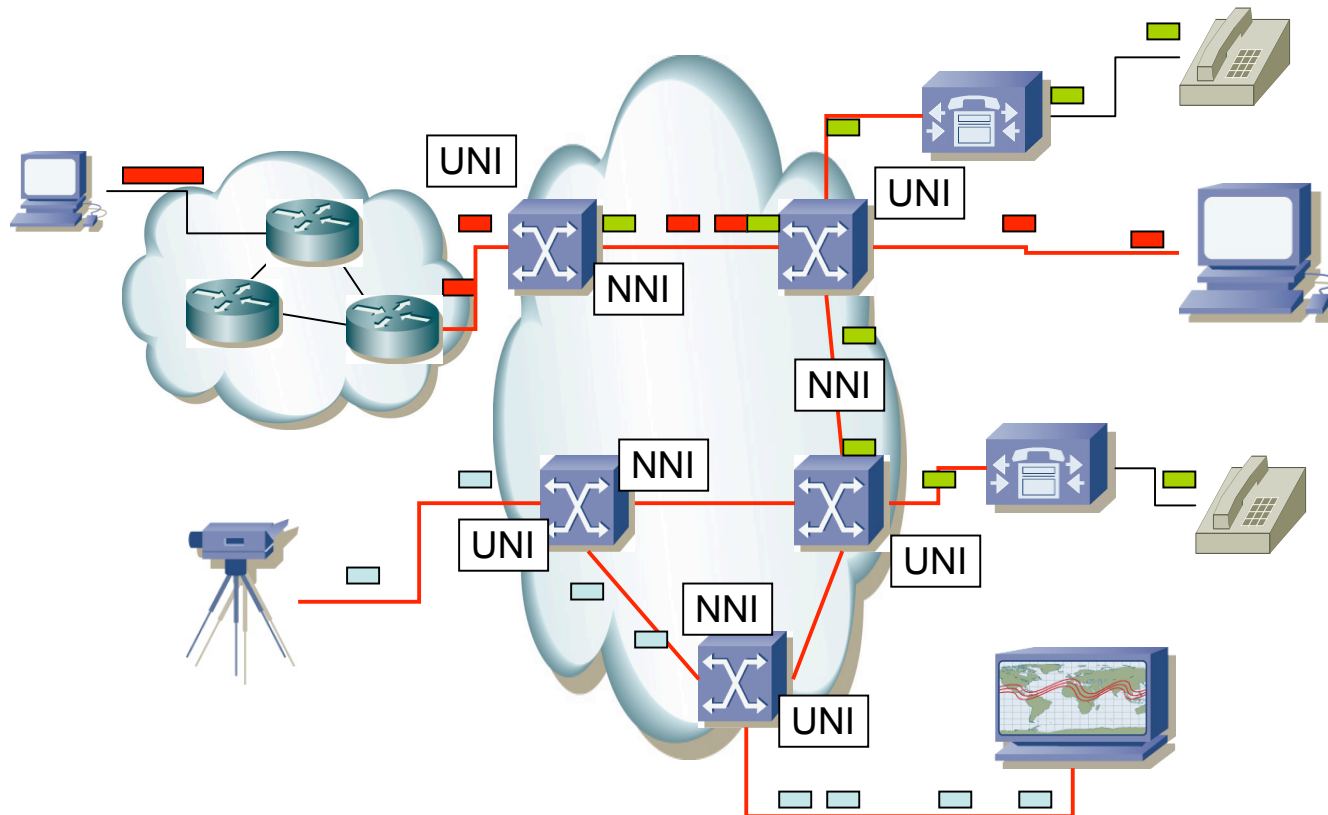
# Elementos de una red ATM

- Conmutadores ATM
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posible punto-a-multipunto
- UNI: User to Network Interface
- NNI: Network to Network Interface



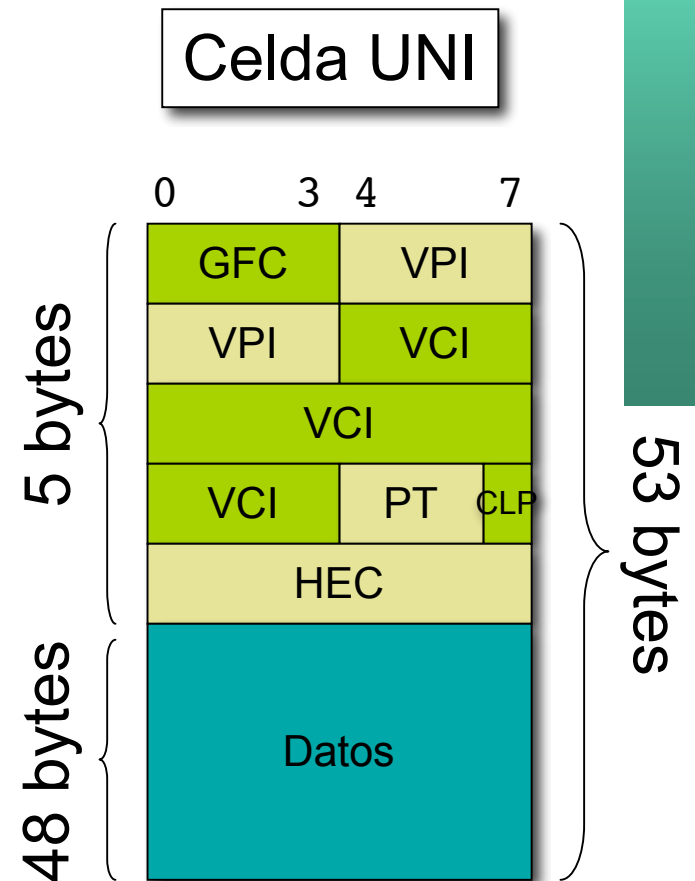
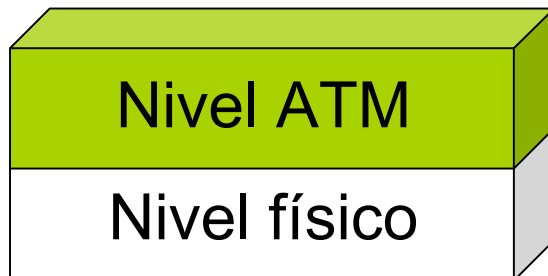
# Elementos de una red ATM

- Conmutadores ATM
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posible punto-a-multipunto
- UNI: User to Network Interface
- NNI: Network to Network Interface



# Estructura básica de las celdas

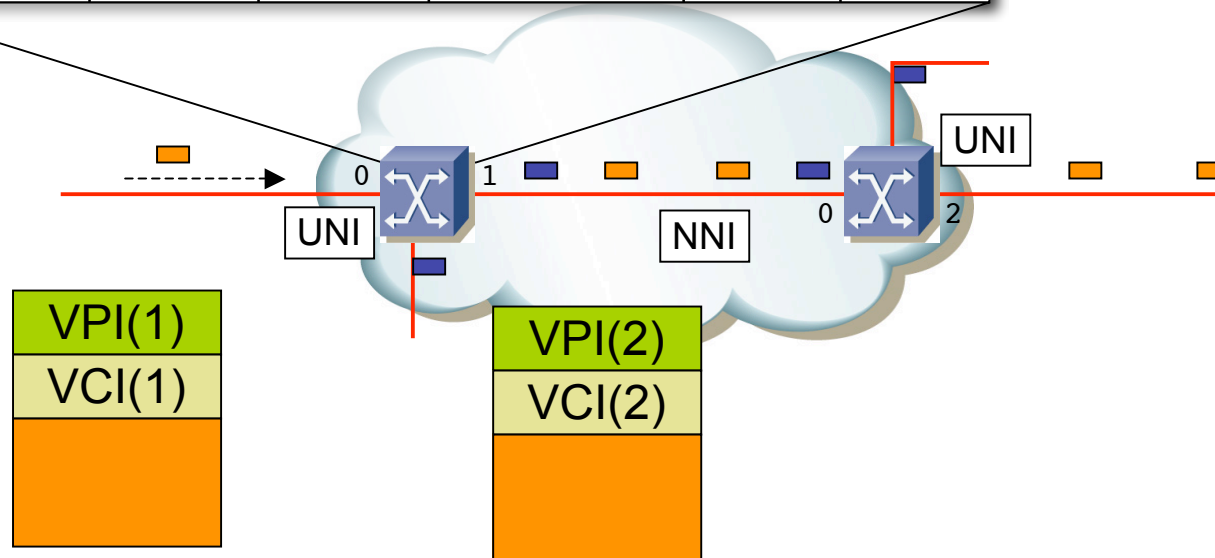
- 5 bytes cabecera  
 + 48 bytes datos  
 = 53 bytes
- Simplifica el conmutador
- **VPI** = *Virtual Path Identifier*
- **VCI** = *Virtual Circuit Identifier*



# Cómo funciona ATM

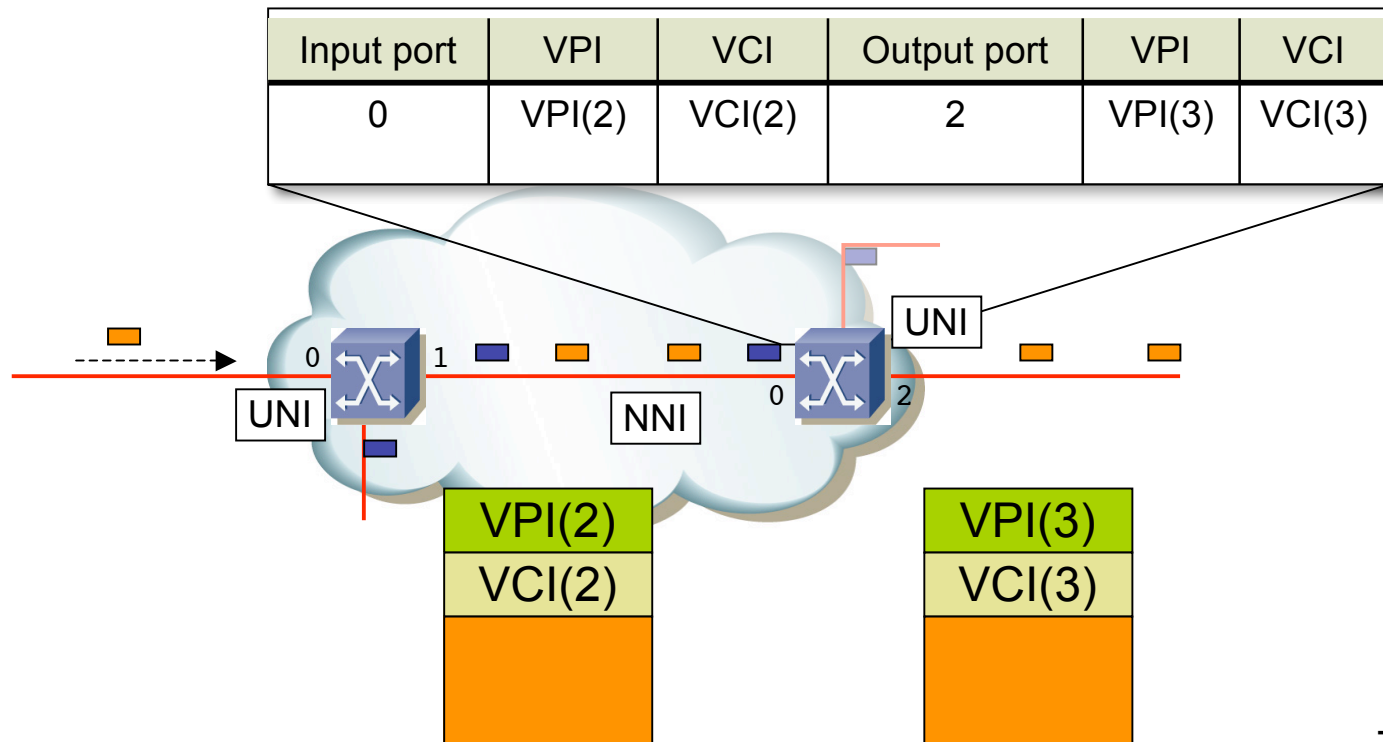
- Orientado a conexión
- Circuitos virtuales
- VPI/VCI identifica al circuito
- Solo tiene sentido localmente al nodo
- Circuitos full-duplex
- Se establecen mediante gestión o señalización

Input port	VPI	VCI	Output port	VPI	VCI
0	VPI(1)	VCI(1)	1	VPI(2)	VCI(2)



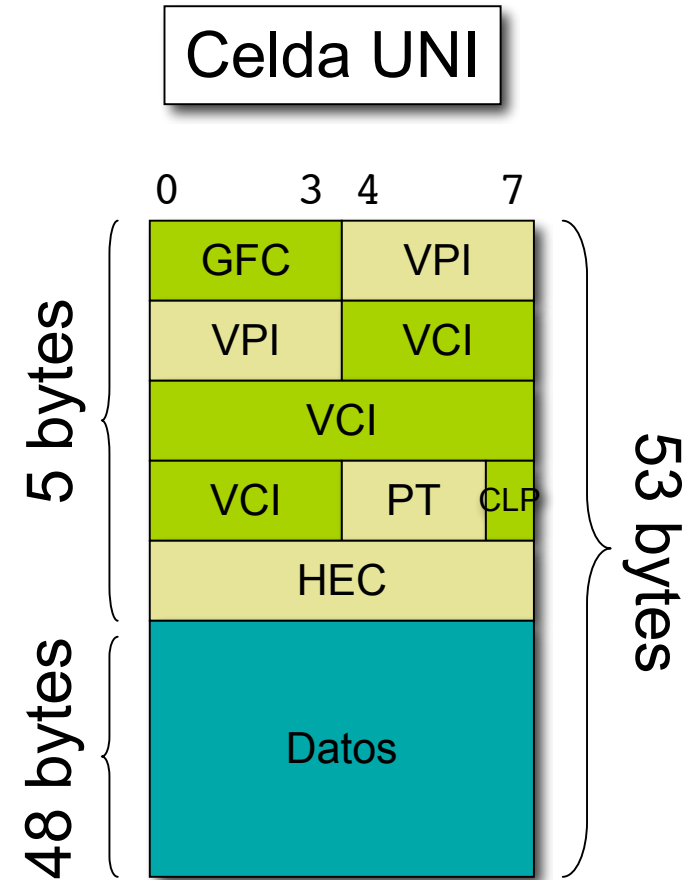
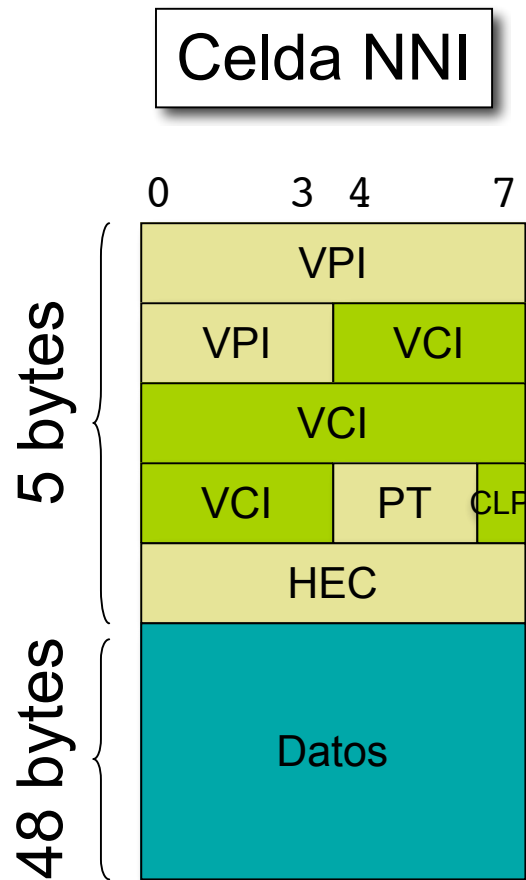
# Cómo funciona ATM

- Orientado a conexión
- Circuitos virtuales
- VPI/VCI identifica al circuito
- Solo tiene sentido localmente al nodo
- Circuitos full-duplex
- Se establecen mediante gestión o señalización



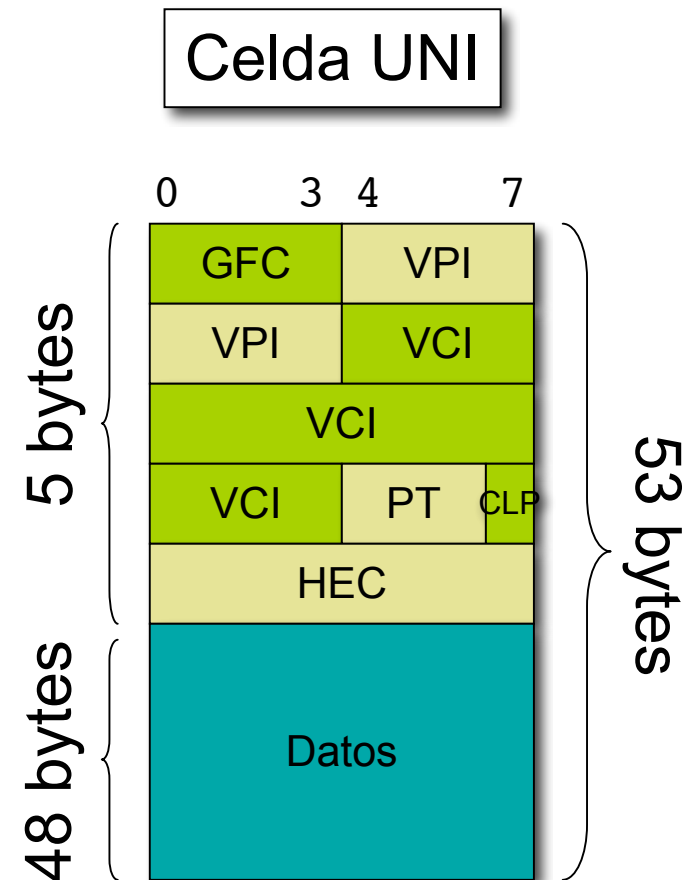


# Celdas UNI y NNI



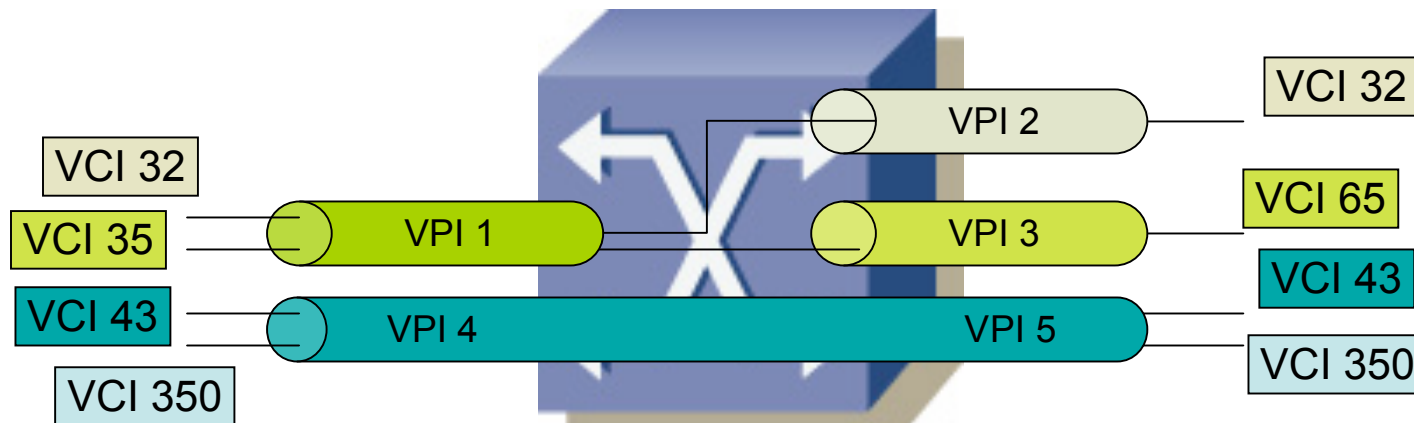
# Celdas UNI y NNI

- **GFC:** *Generic Flow Control*
  - Control de flujo con usuario
- **PT:** *Payload Type*
  - 3 bits: ABC
  - A: 0=data, 1=OAM
  - B: (con A=0) B=1=congestión
  - C: (usado por AAL5)
- **CLP:** *Cell Loss Priority*
  - 0: alta prioridad
  - 1: baja prioridad



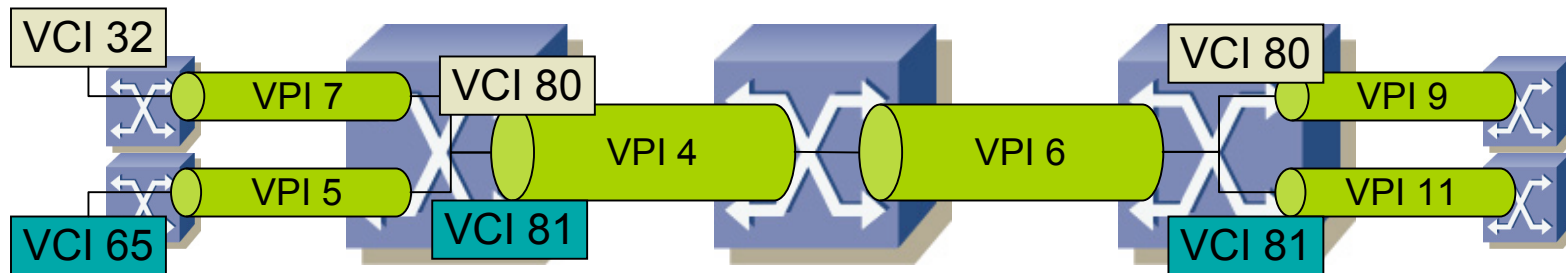
# Conexiones en los conmutadores

- **VCC:** *Virtual Channel Connection*
- La conmutación depende tanto del VPI como del VCI
- **VPC:** *Virtual Path Connection*
- La conmutación depende solo del VPI
- Usadas en el backbone



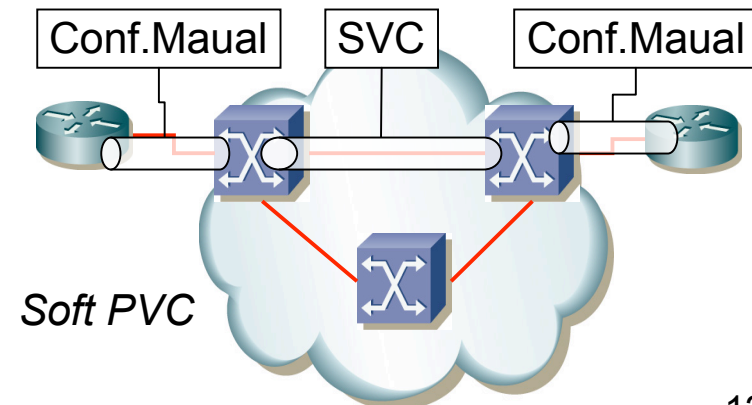
Input port	VPI	VCI	Output port	VPI	VCI
0	1	32	1	2	32
0	1	35	1	3	65
0	4	X	1	5	X

# Ejemplo



# Conexiones en los conmutadores

- PVC: *Permanent Virtual Circuit*
  - Configuración manual
  - Depuración más simple
  - No escala
- SVC: *Switched Virtual Circuit*
  - Establecido mediante señalización
  - Optimiza el camino. Se recupera de fallos de enlaces
  - Mayor complejidad
- Soft-PVC:
  - Configuración manual en los extremos
  - SVC en el interior de la red
- PVP: *Permanent VP*



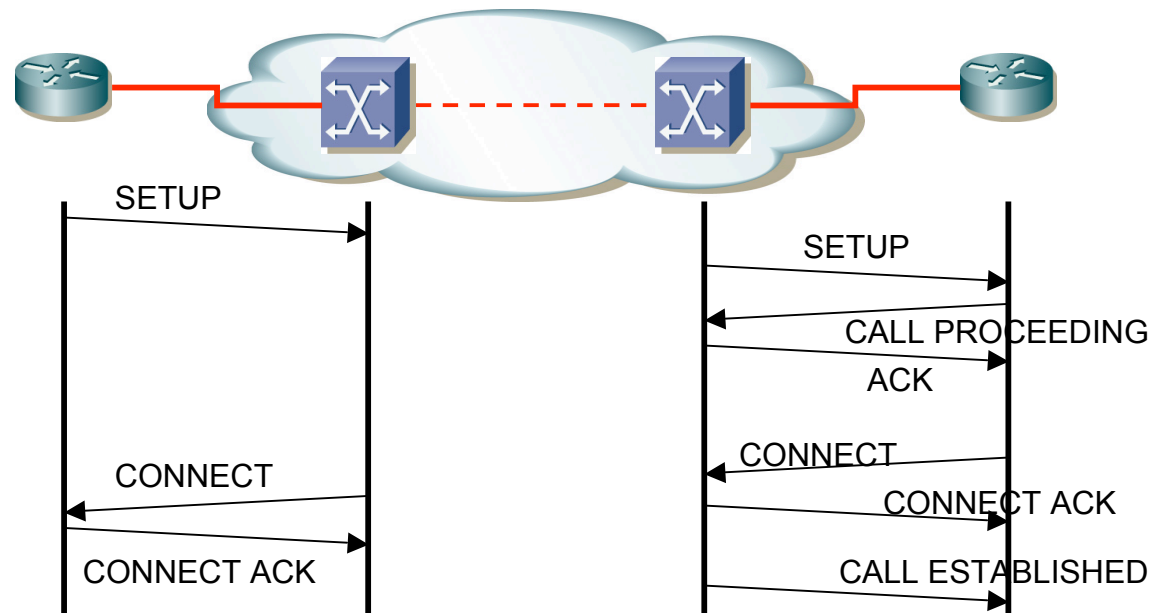
# Señalización

## PNNI

- Protocolo de enrutamiento
- Link-state
- Ofrece *Topology discovery* y *Call establishment*
- Ante una solicitud de establecimiento, el ingress switch localiza un camino que cumpla los requisitos de QoS

## ILMI

- *Integrated Local Management Interface*
- Permite determinar el estado del elemento al otro lado de un enlace físico

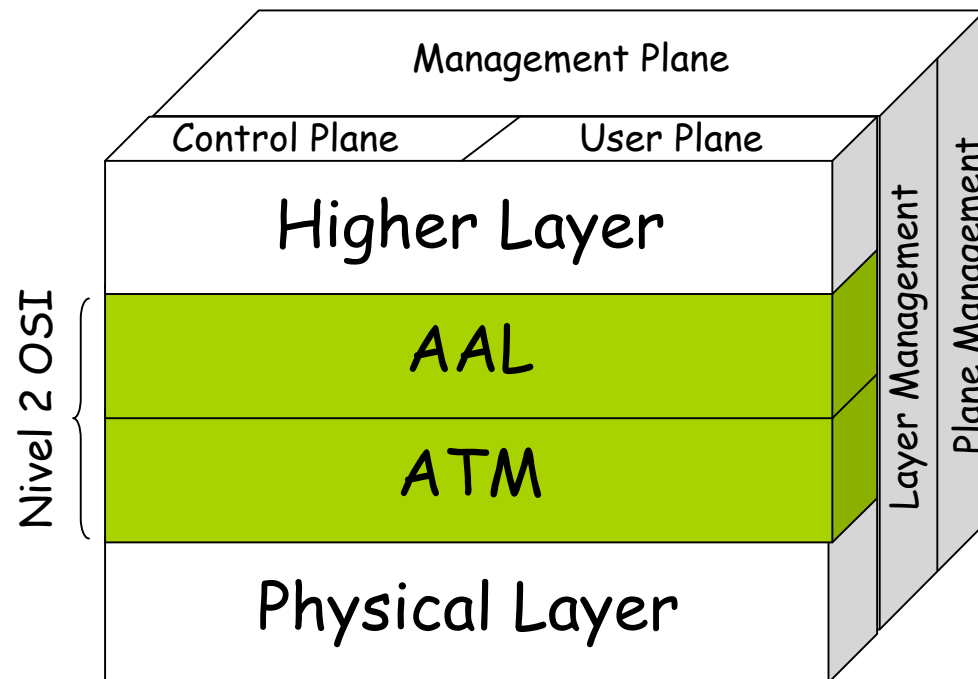


# Valores

- VCI 0-31 reservados
- 0/5: *UNI Call signaling*
- 0/16: *ILMI (Integrated Link Management Interface)*
- 0/18: *PNNI (Private Network-to-Network Interface)*
  
- **Direccionamiento:**
  - Estándar ITU E.164 para interfaces públicos
  - Extendido por el ATM Forum para interfaces privados

# Modelo general: 3 planos

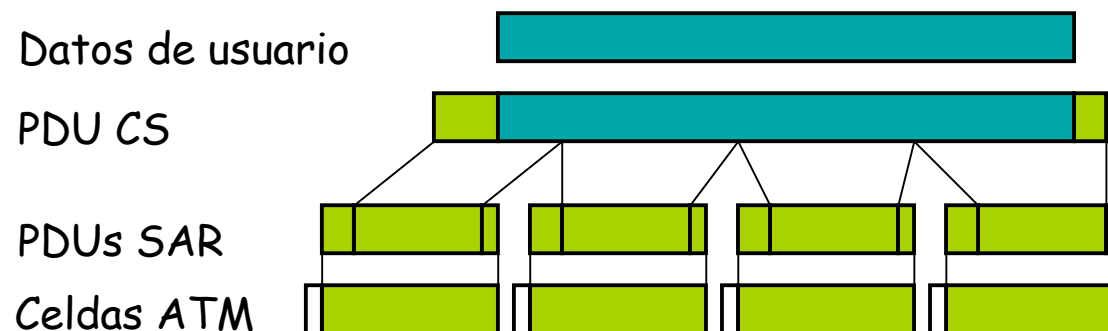
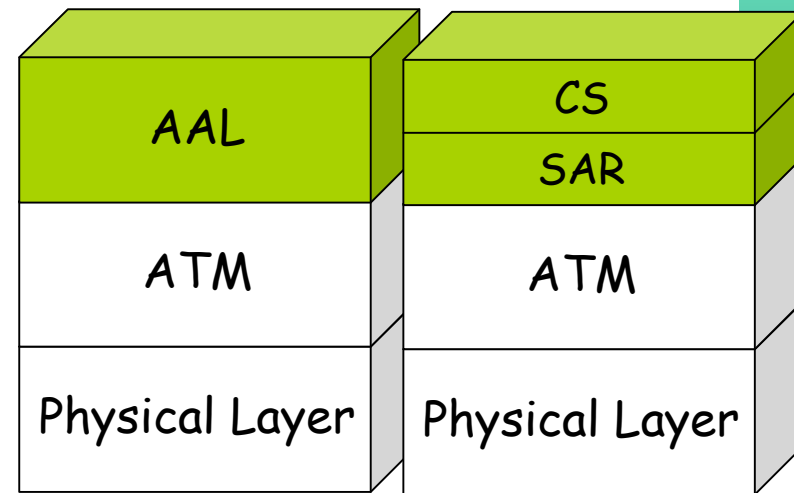
- Usuario: responsable de gestionar la transferencia de datos
- Control: generación y gestión de señalización
- Gestión:
  - *Layer Management*: Específico de cada capa
  - *Plane Management*: gestiona funciones que afectan al sistema completo





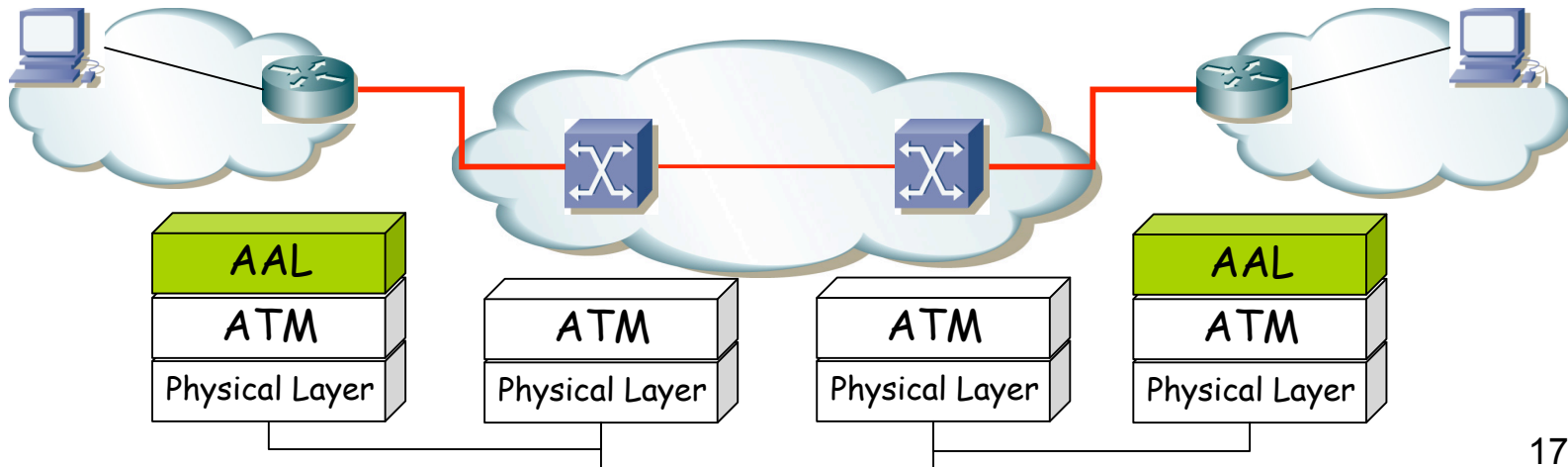
# Capa de adaptación

- Para el soporte de protocolos no basados en ATM
- Incluye dos sub-capas:
  - CS (*Convergence Sublayer*)
    - Para el soporte de aplicaciones específicas
  - SAR (*Segmentation And Reassembly*)
    - Adapta las tramas del nivel superior a celdas y viceversa



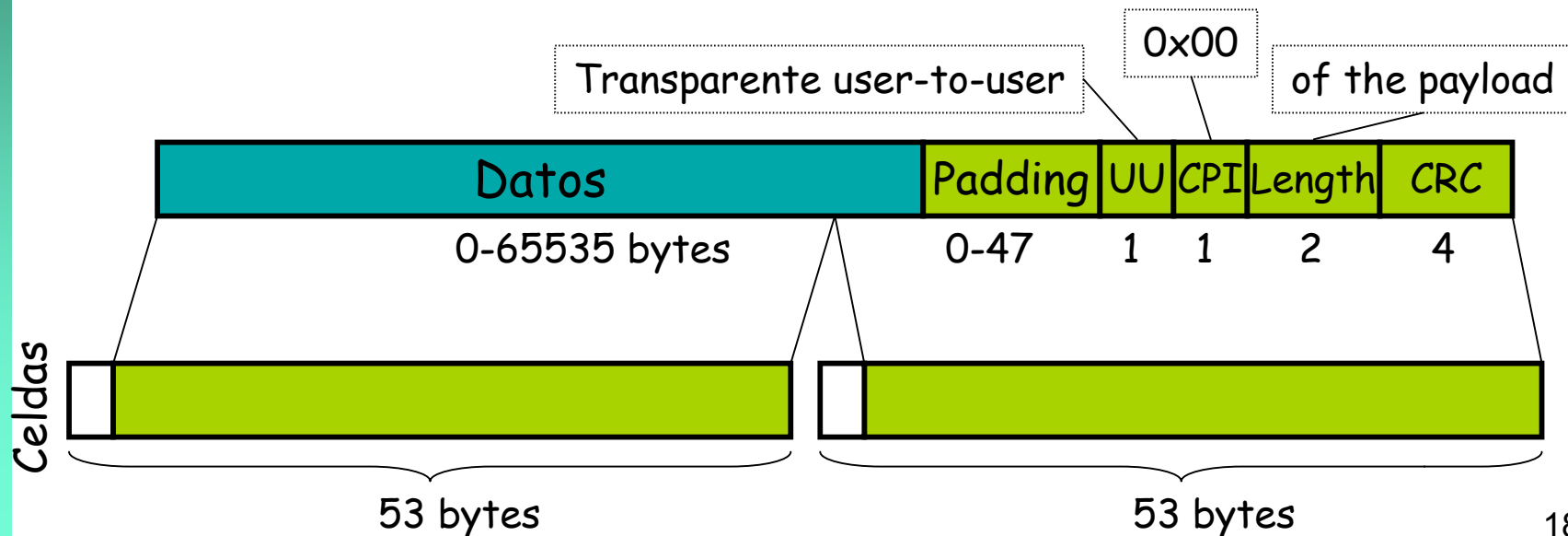
# Capa de adaptación

- End-to-end. Solo en los extremos del circuito
- AAL Type 0 (raw cells)
- AAL Type 1
  - Para fuentes CBR (T1, E1, voz, videoconferencia)
  - SAR simplemente empaqueta los bits en celdas
  - Requiere sincronización en capa física
- AAL Type 2
  - Fuentes VBR (Voz y vídeo comprimido)
- AAL Type 3/4
  - Fuentes VBR, datos
- AAL Type 5
  - Similar a 3/4
  - Menor sobrecarga de protocolo



# AAL 5

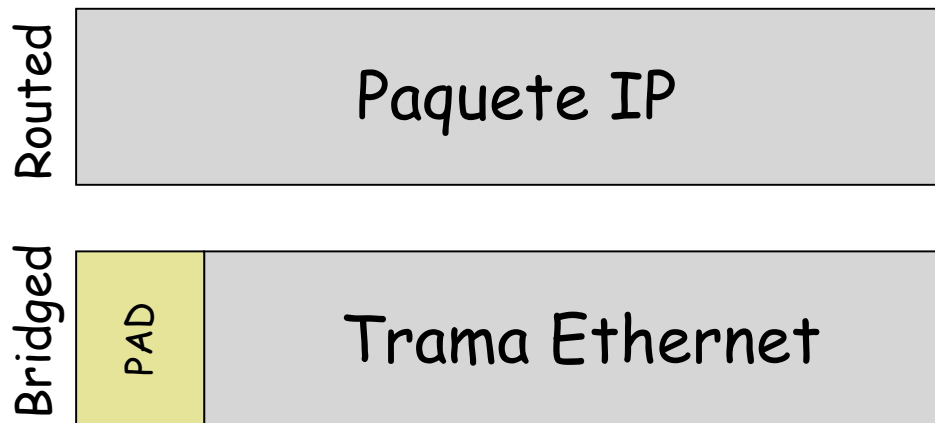
- SEAL (Simple and Easy Adaptation Layer)
- El más utilizado
- Empleado para el transporte de IP
- ¿Cómo reconoce el fin de trama?
  - El 3º bit del campo PT
  - La última celda vale 1
  - Funcionalidad de la capa CS
- Recordar que ATM mantiene el orden
- ¿Tipo de la trama?
  - No hay campo que lo indique
  - Debe indicarlo nivel superior o
  - Ponerse de acuerdo en usar un solo protocolo sobre AAL5
- No se pueden mezclar las celdas de diferentes tramas pues no se distinguirían
- GFR está diseñado para AAL 5



# Transporte sobre ATM (RFC 2684)

## “VC Multiplexing”

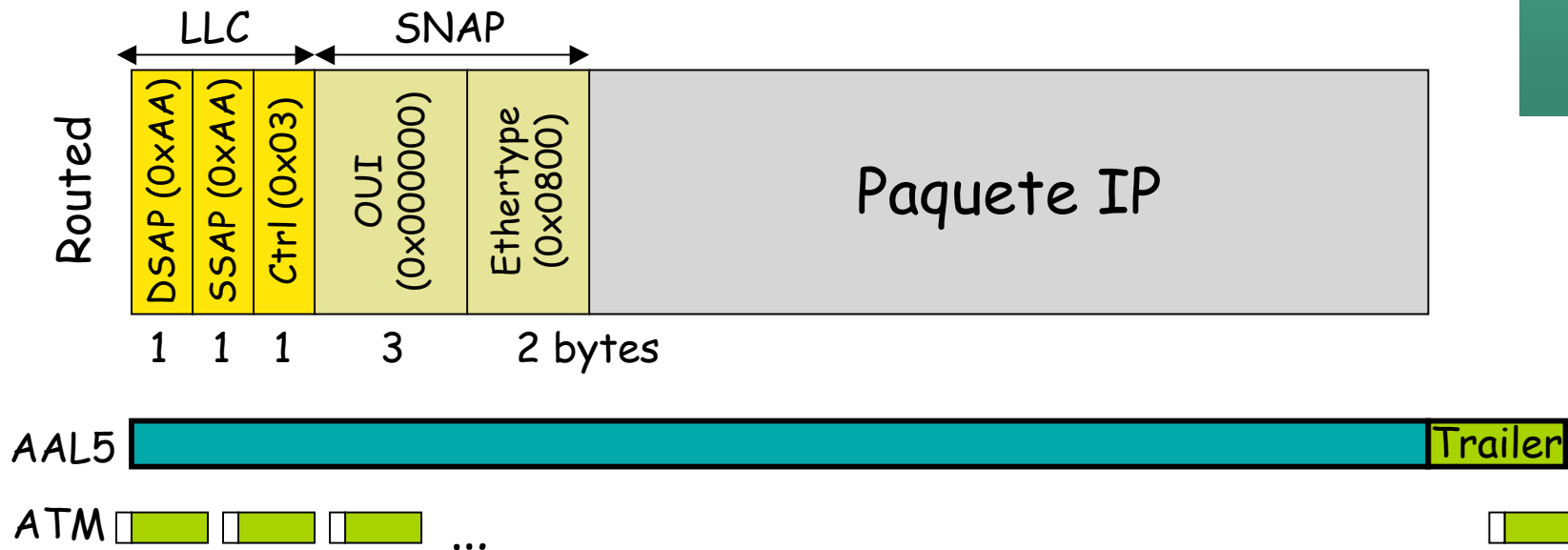
- Cada VC lleva tráfico de un solo protocolo
- Reduce la sobrecarga de cabeceras
- Reduce la sobrecarga de procesamiento por paquete
- AAL5
- “*Routed protocols*”: Protocolos “Enrutados” (IP, IPX...). Directamente en la trama
- “*Bridged protocols*”: Protocolos “Punteados” (Ethernet, FDDI...). *Padding* para alineamiento seguido por la trama



# Transporte sobre ATM (RFC 2684)

## “LLC Encapsulation”

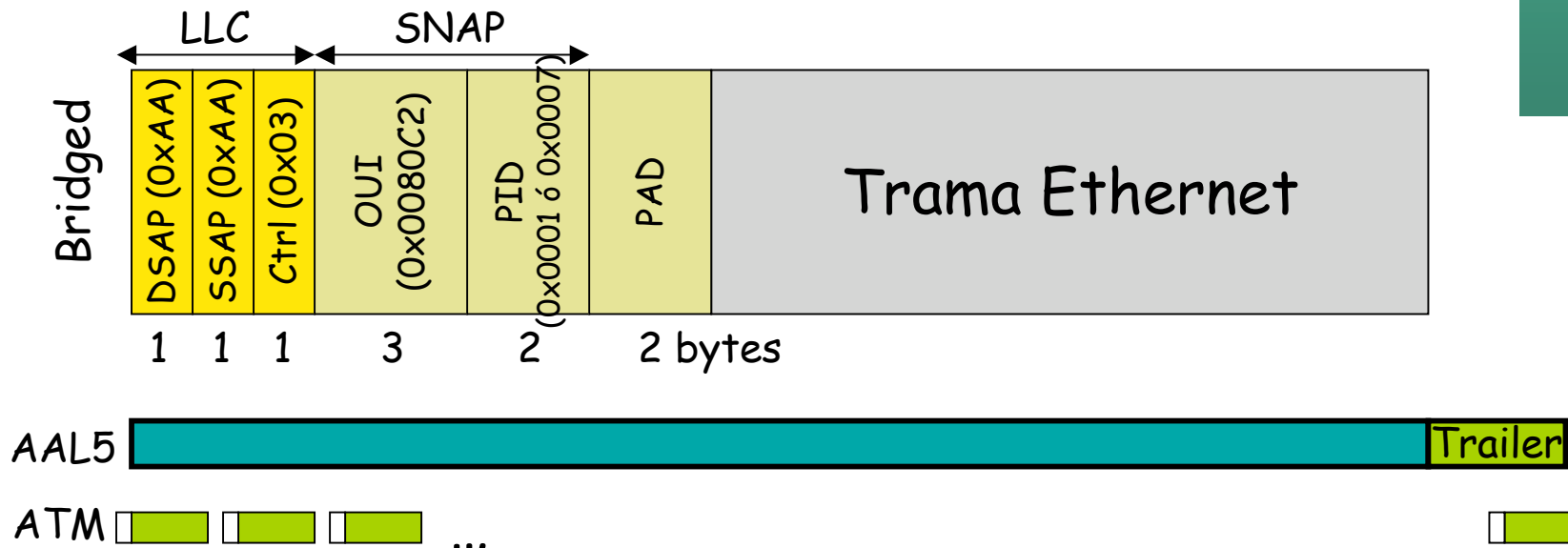
- Permite multiplexar varios protocolos sobre un VC
- Soporta protocolos “routed” (IP, IPX...) y “bridged” (Ethernet, FDDI...)
- Emplea 802.1a SNAP
- AAL5



# Transporte sobre ATM (RFC 2684)

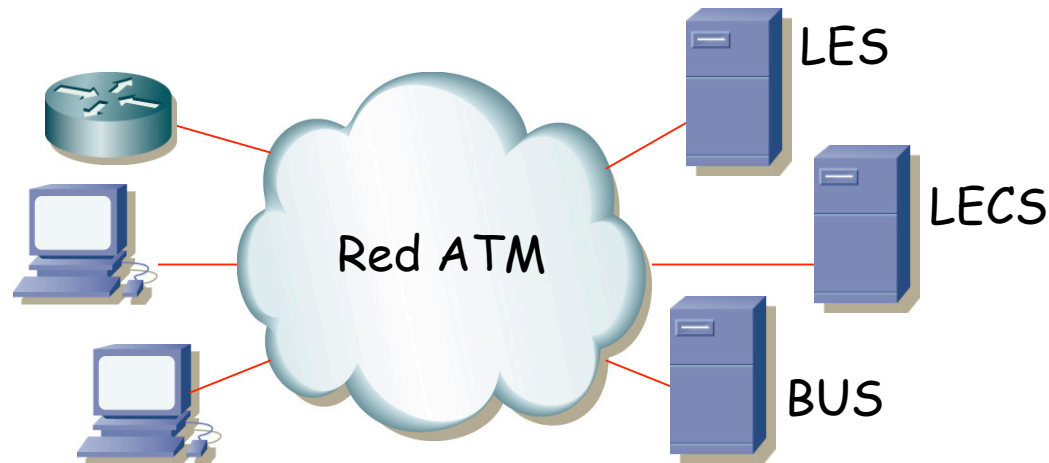
## “LLC Encapsulation”

- Permite multiplexar varios protocolos sobre un VC
- Soporta protocolos “routed” (IP, IPX...) y “bridged” (Ethernet, FDDI...)
- Emplea 802.1a SNAP
- AAL5



# LANE (*LAN Emulation*)

- Ofrece las funcionalidades de una LAN Ethernet o Token Ring sobre una red ATM
- Transparente para los niveles superiores
- Requiere varios servidores
  - LES (*LAN Emulation Server*)
  - LECS (*LAN Emulation Configuration Server*)
  - BUS (*Broadcast and Unknown Server*)



# Calidad de servicio

- ATM ofrece varias clases de QoS
- Para servicios de tiempo real:
  - CBR: *Constant Bit Rate*
  - rt-VBR: *real-time Variable Bit Rate*
- Para servicios no RT:
  - nrt-VBR: *non-real-time Variable Bit Rate*
  - ABR: *Available Bit Rate*
  - UBR: *Unspecified Bit Rate*
  - GFR: *Guaranteed Frame Rate* (solo para VCCs)

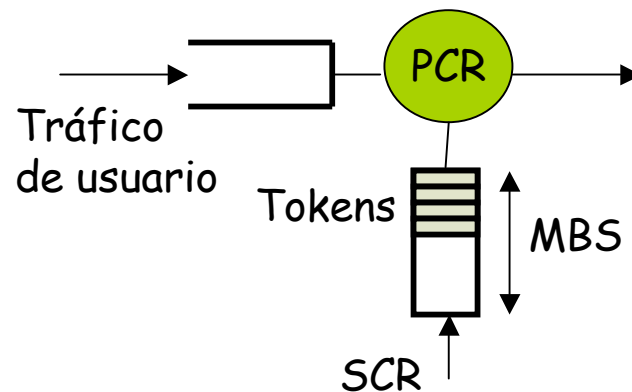


# Parámetros y descriptores de tráfico

- Los parámetros de tráfico describen las características del tráfico generado por una fuente
  - PCR (*Peak Cell Rate*)
  - SCR (*Sustainable Cell Rate*)
  - MBS (*Maximum Burst Size*)
  - MCR (*Minimum Cell Rate*)
  - MFS (*Maximum Frame Size*)
- El descriptor de tráfico de una fuente es el conjunto de parámetros de tráfico
- El descriptor de tráfico *de una conexión* incluye:
  - El descriptor de tráfico de la fuente
  - El CDVT (*Cell Delay Variation Tolerance*)
  - La técnica para decir qué celdas cumplen con los requisitos

# CAC, *Policing* y *Shaping*

- *Connection Admission Control*
  - Durante el establecimiento de la conexión
  - Acciones para determinar si se permite o no
- *Policing*
  - Acciones sobre las celdas que exceden el contrato de tráfico
  - Las marca con CLP=1
  - Serán la primeras en descartarse en caso de congestión
- *Traffic Shaping*
  - Obligar a que se cumpla los parámetros de tráfico



# UPC (*Usage Parameter Control*)

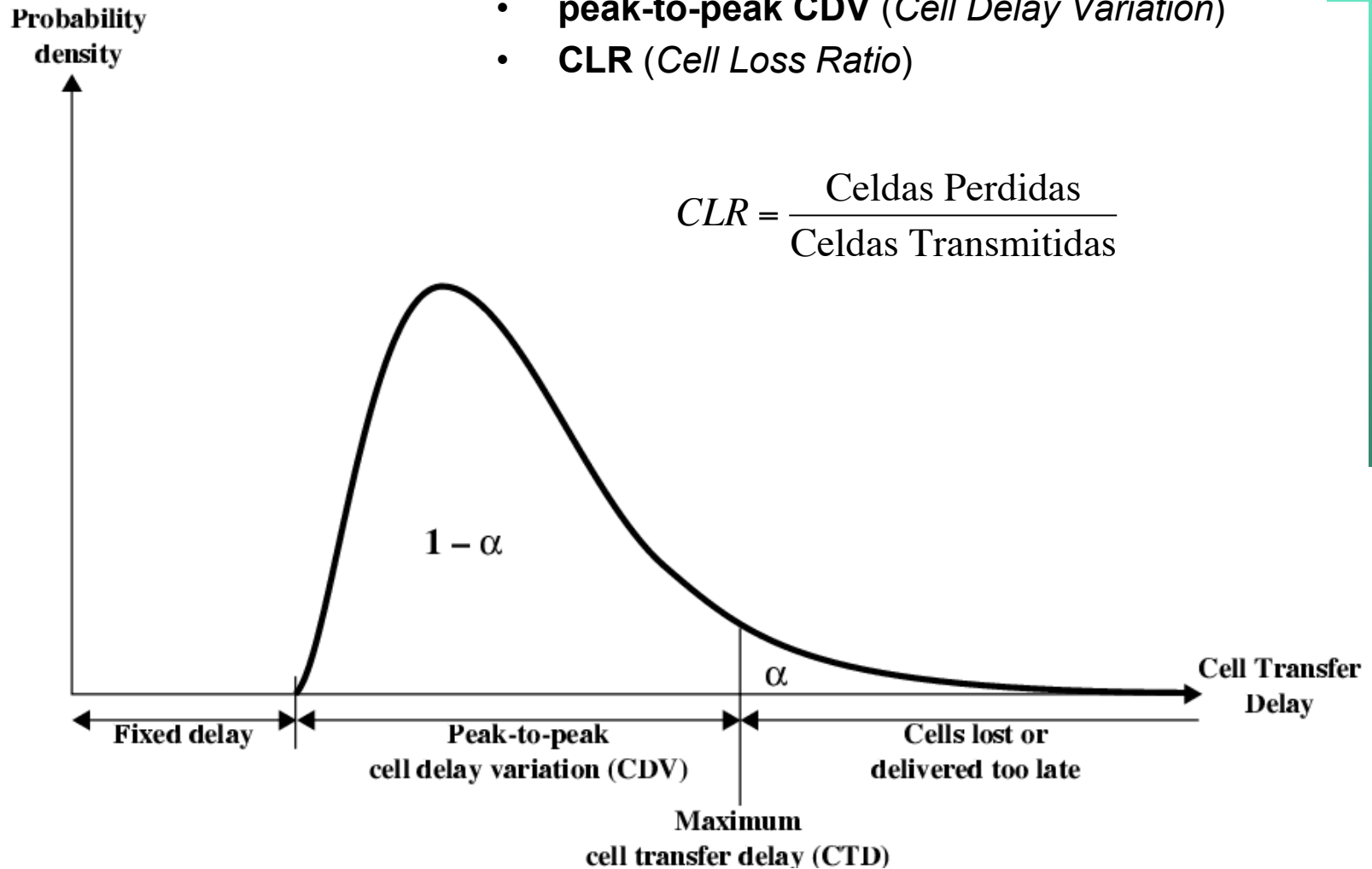
- Acciones que lleva a cabo la red para:
  - Verificar que el tráfico del usuario cumple con lo acordado
  - Forzar a que lo cumpla
- UPC para UNI, NPC para NNI
- GCRA (*Generic Cell Rate Algorithm*)
  - Para cada celda dice si cumple con el contrato
  - La UPC puede usar GCRA u otro equivalente
  - Es un *Leaky-Bucket* de estado continuo

# Parámetros de QoS

CTD = Cell Transfer Delay

- **maxCTD** (*maximum Cell Transfer Delay*)
  - Quantil  $1-\alpha$  del CTD
- **peak-to-peak CDV** (*Cell Delay Variation*)
- **CLR** (*Cell Loss Ratio*)

$$CLR = \frac{\text{Celdas Perdidas}}{\text{Celdas Transmitidas}}$$



# CBR

- Conexiones que requieren una cantidad de BW continuo y estático
- Parámetros: PCR
- Máxima prioridad
- Calidad síncrona garantizada
- Usos:
  - Voz de tasa constante
  - Vídeo
  - Datos
  - Emulación de circuitos TDM

# rt-VBR

- Parámetros: PCR, SCR, MBS
- Usos:
  - Aplicaciones con requisitos de retardo y variación del mismo
  - Vídeo y audio comprimido

# nrt-VBR

- Parámetros: PCR, SCR, MBS
- No asegura límites en el retardo

# UBR

- No hay garantías
- Se puede especificar un PCR para CAC y UPC
- Usos
  - Datos

# ABR

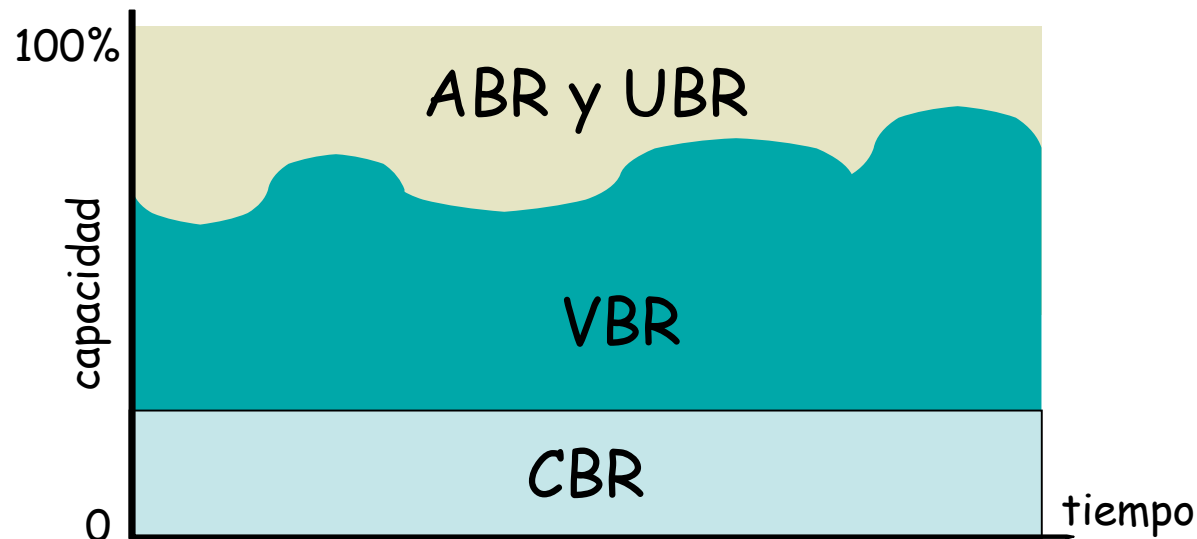
- Soporta que cambien las características de límite de tráfico ofrecidas por la red
- Emplea control de tráfico mediante realimentación para ajustar la tasa de la fuente
- RM-cells (*Resource Management*)
- No acota el retardo o la variación del mismo
- Parámetros:
  - PCR
  - MCR (*Minimum Cell Rate*)

# GFR

- Para tramas AAL-5
- La red intenta descartar tramas en vez de celdas
- Parámetros:
  - PCR, MCR, MBS
  - MFS (*Maximum Frame Size*)

# UBR+ (UBR-G)

- UBR + MCR





# Atributos aplicables

Attribute	ATM Layer Service Category					
	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	UBR	ABR	GFR
<b>Traffic Parameters<sub>4</sub>:</b>						
PCR and CDVT <sub>5</sub>	Specified			Specified <sub>2</sub>	Specified <sub>3</sub>	Specified
SCR, MBS, CDVT <sub>5</sub>	n/a	Specified		n/a		
MCR	n/a			Specified		n/a
MCR, MBS, MFS, CDVT <sub>5</sub>	n/a					Specified
<b>QoS Parameters<sub>4</sub>:</b>						
Peak-to-peak CDV	Specified		Unspecified			
MaxCTD	Specified		Unspecified			
CLR	Specified			Unspecified	See Note 1	See Note 7
<b>Other Attributes:</b>						
Feedback	Unspecified			Specified <sub>6</sub>		Unspecified

# Transporte de ATM

- Más adelante en el tema sobre WAN
  - Nativo
  - Sobre PDH
  - Sobre SDH
  - Sobre Ethernet

# OAM

- *Operations, Administration and Management*
- Ofrece gestión de fallos e integridad en VPs/VCs
- Celdas con primer bit del PT a 1:
  - Celdas F4: Empleadas en VPs
  - Celdas F5: Empleadas en VCs
- *OAM Endpoints:*
  - *Connection endpoint:* Final de un circuito virtual
  - *Segment endpoint:* Se pueden configurar al final de un segmento
  - Pueden enviar celdas de *loopback* que son devueltas por otro *endpoint*
  - Un fallo se notifica a los *endpoints*

# ATM

## Ventajas

- Celdas pequeñas de tamaño constante: más sencillo hacer conmutadores de alta velocidad
- Permite la multiplexación estadística del tráfico
- Soporte multiservicio con QoS

## Desventajas

- Ha habido mejoras tecnológicas en conmutación de paquetes de longitud variable
- 9.4% de sobrecarga de cabecera
- Escasas aplicaciones multimedia hoy en día
- Complejo de gestionar
- Complejo y caro como solución para LAN
- No ha llegado hasta el escritorio (falta de API)