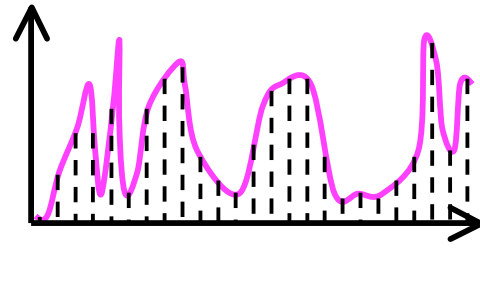


# Tecnologías

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

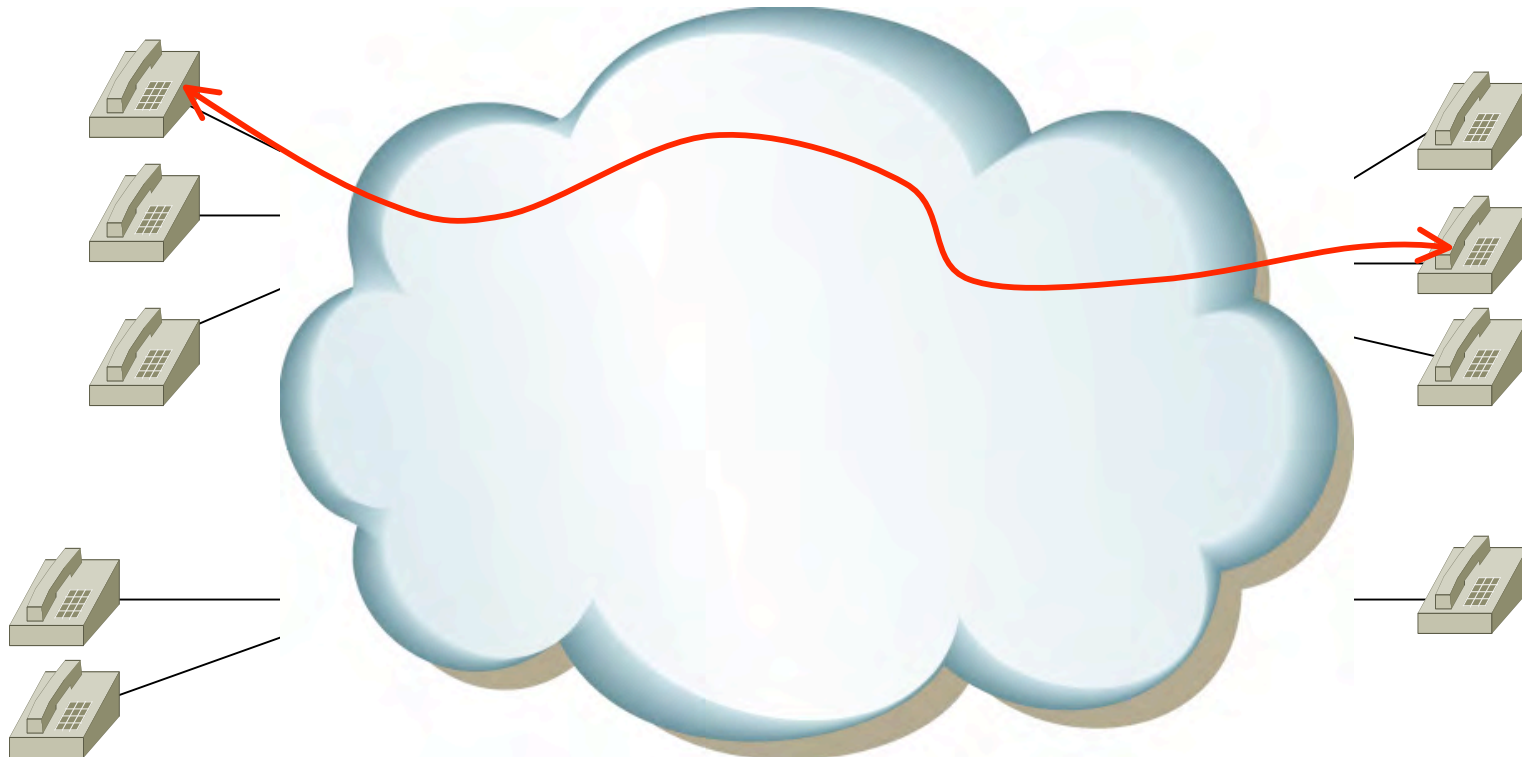
Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios  
3º Ingeniería de Telecomunicación

# PSTN - Hemos visto



- La señal de voz → flujo binario  
E0 (DS0) : 64Kbps

...100010001010101010110100110100100110



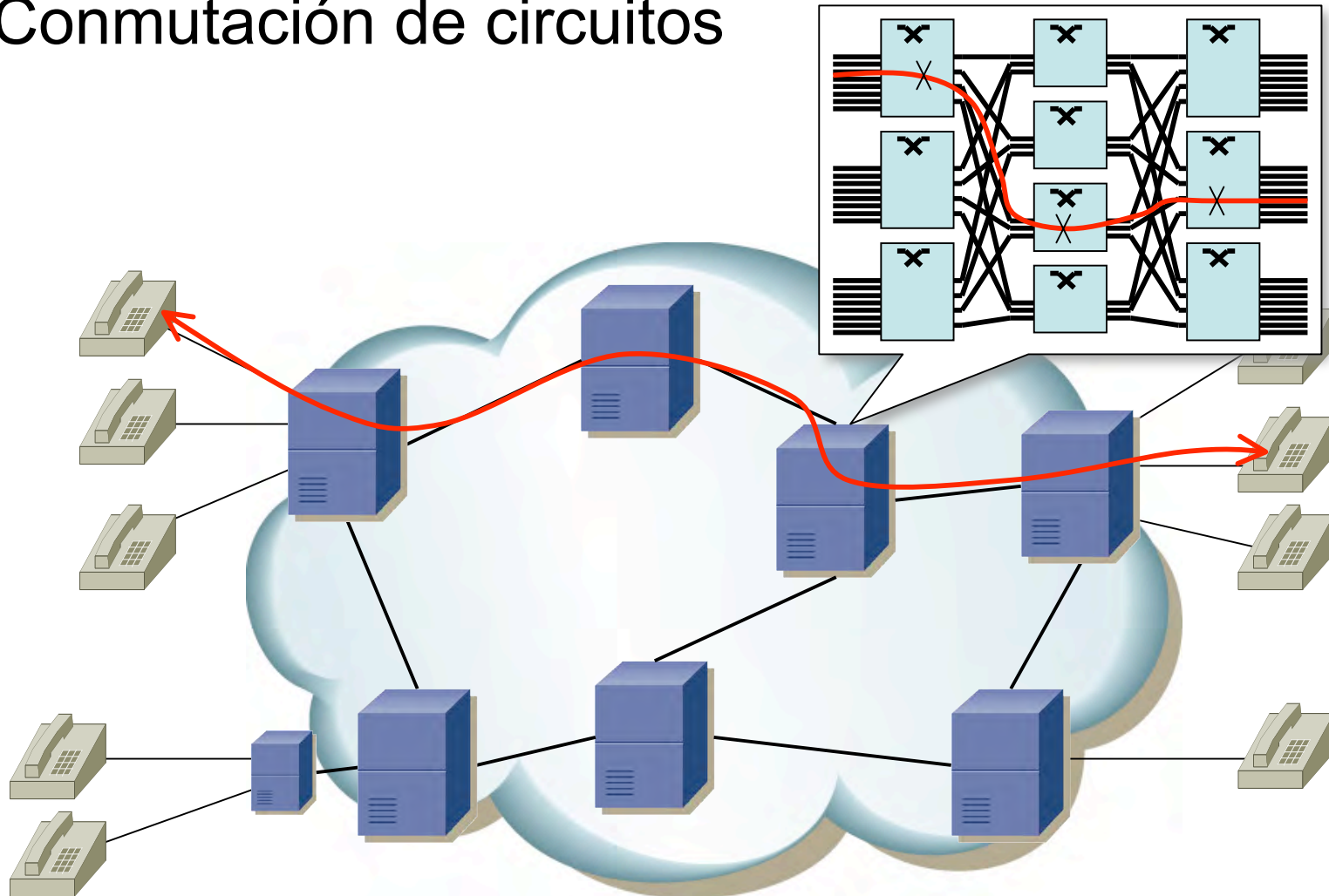
# PSTN - Hemos visto

- ¿Interconexión?



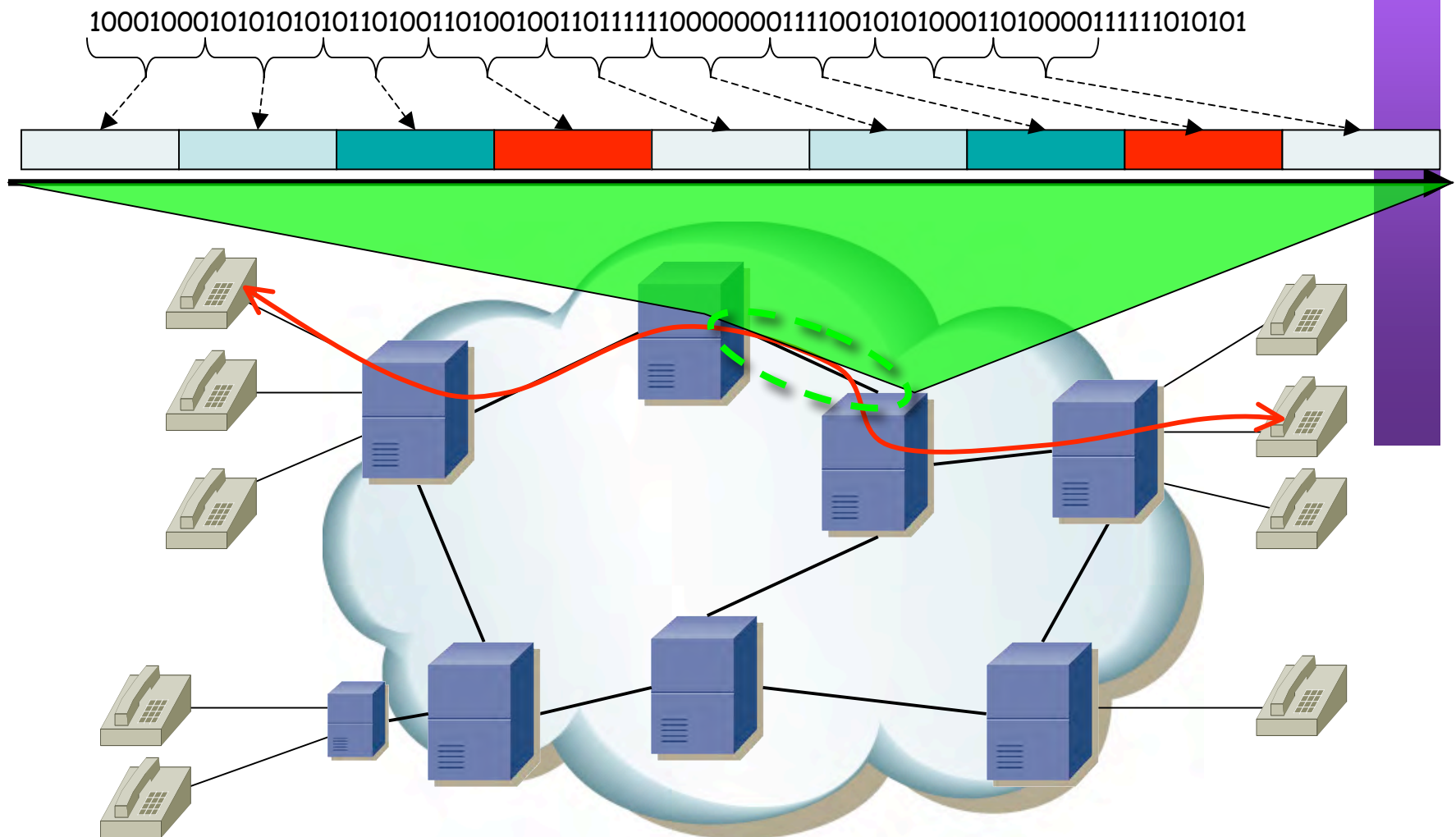
# PSTN - Hemos visto

- Red de conmutación
- Conmutación de circuitos



# PSTN - Hemos visto

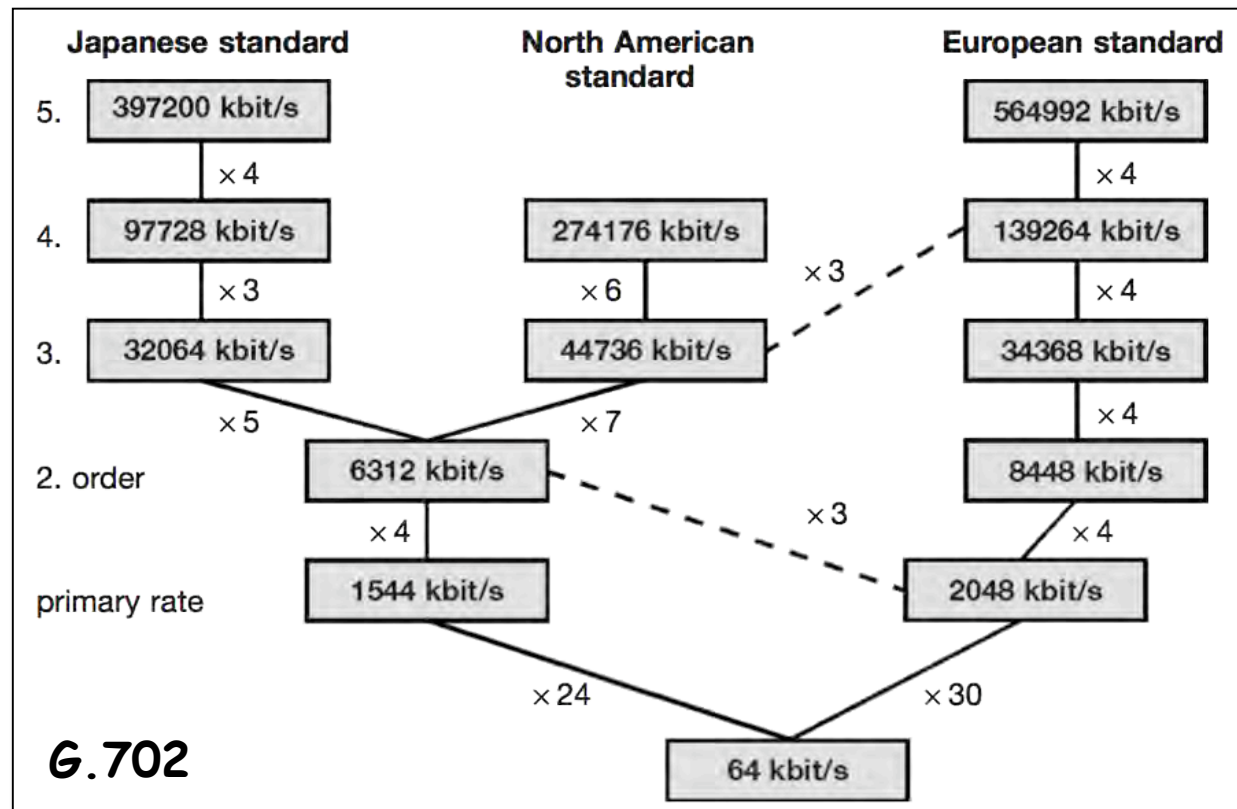
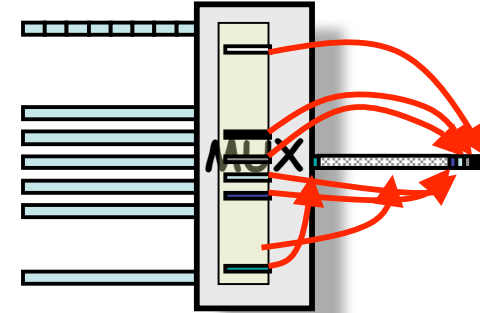
- Trunks con multiplexación TDM



# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

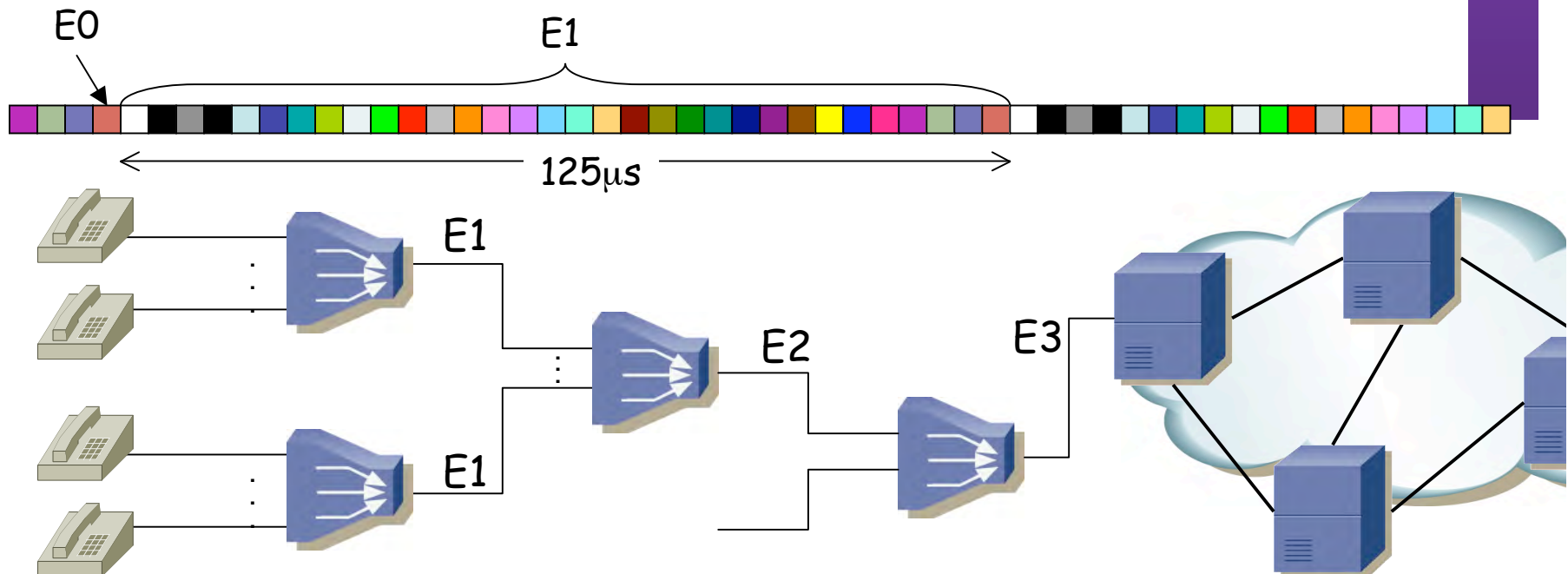
## Multiplexación TDM

- $E1 (2048\text{Kbps}) = 32 \times E0$
- $E2 = 4 \times E1, E3 = 4 \times E2, E4 = 4 \times E3$
- $T1 (\text{DS1}, 1.54\text{Mbps}) = 24 \times \text{DS0}$
- $T2 = 4 \times T1, T3 = 7 \times T2$
- G.701-703



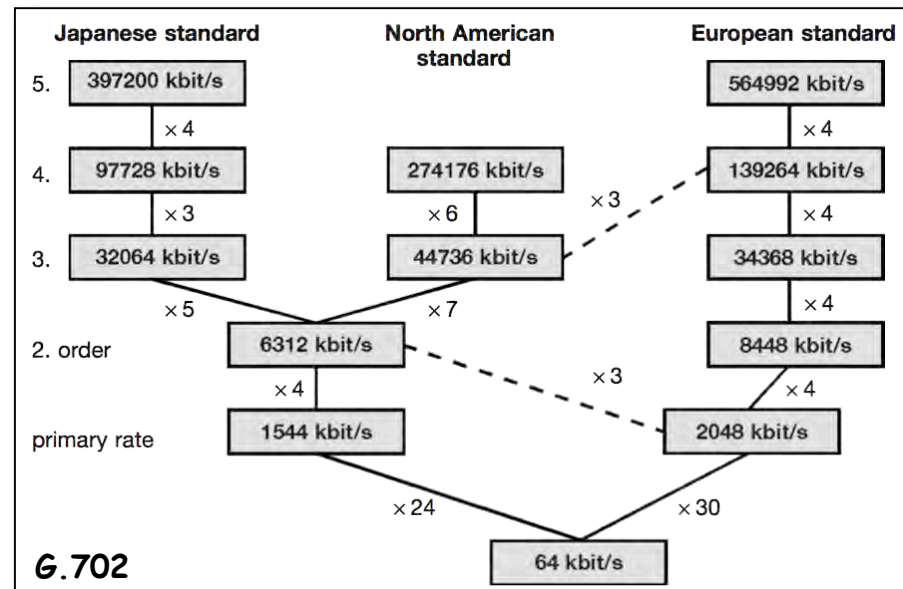
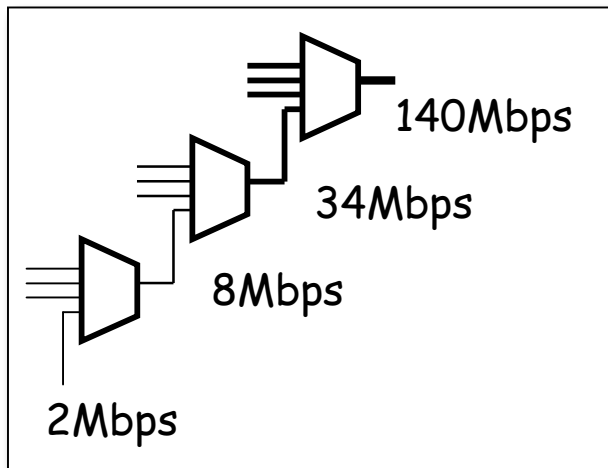
# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

- Señales plesiócronicas:
  - Las velocidades pueden sufrir desplazamiento pero con unos límites
  - Cada uno su propio reloj
  - Esto limita las velocidades
- En trama superior a E1 no se puede identificar un E0 concreto
- Demultiplexar para extraer canales menores en la jerarquía



# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

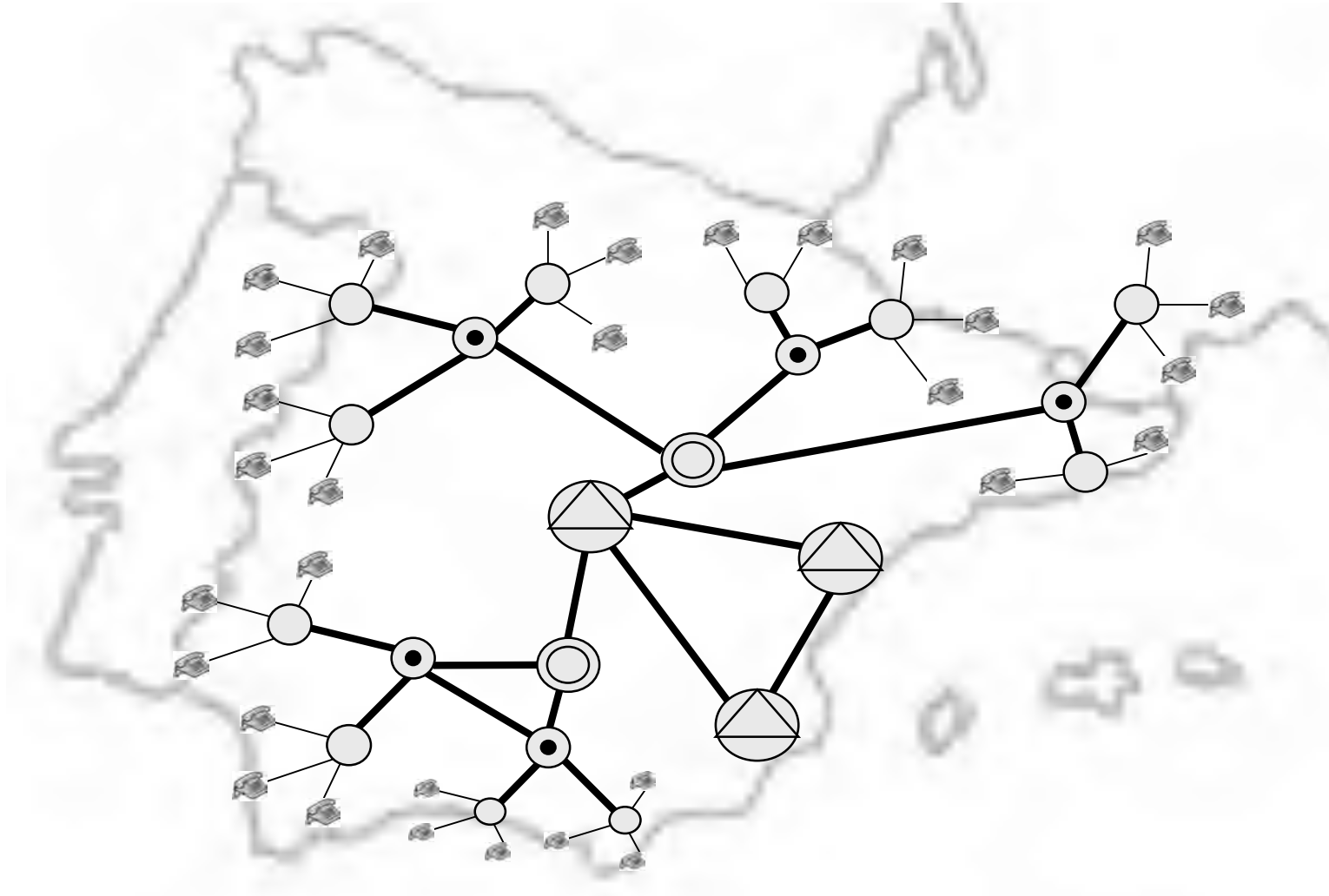
- Falta de estandarización:
  - 3 jerarquías diferentes (Europa, EE.UU., Japón)
  - Problemas de interoperatividad
  - Diferentes formatos de señales y codificaciones
- Complicado extraer una señal de menor capacidad
- Gestión y mantenimiento manual





# PSTN - Hemos visto

- Arquitectura de la red

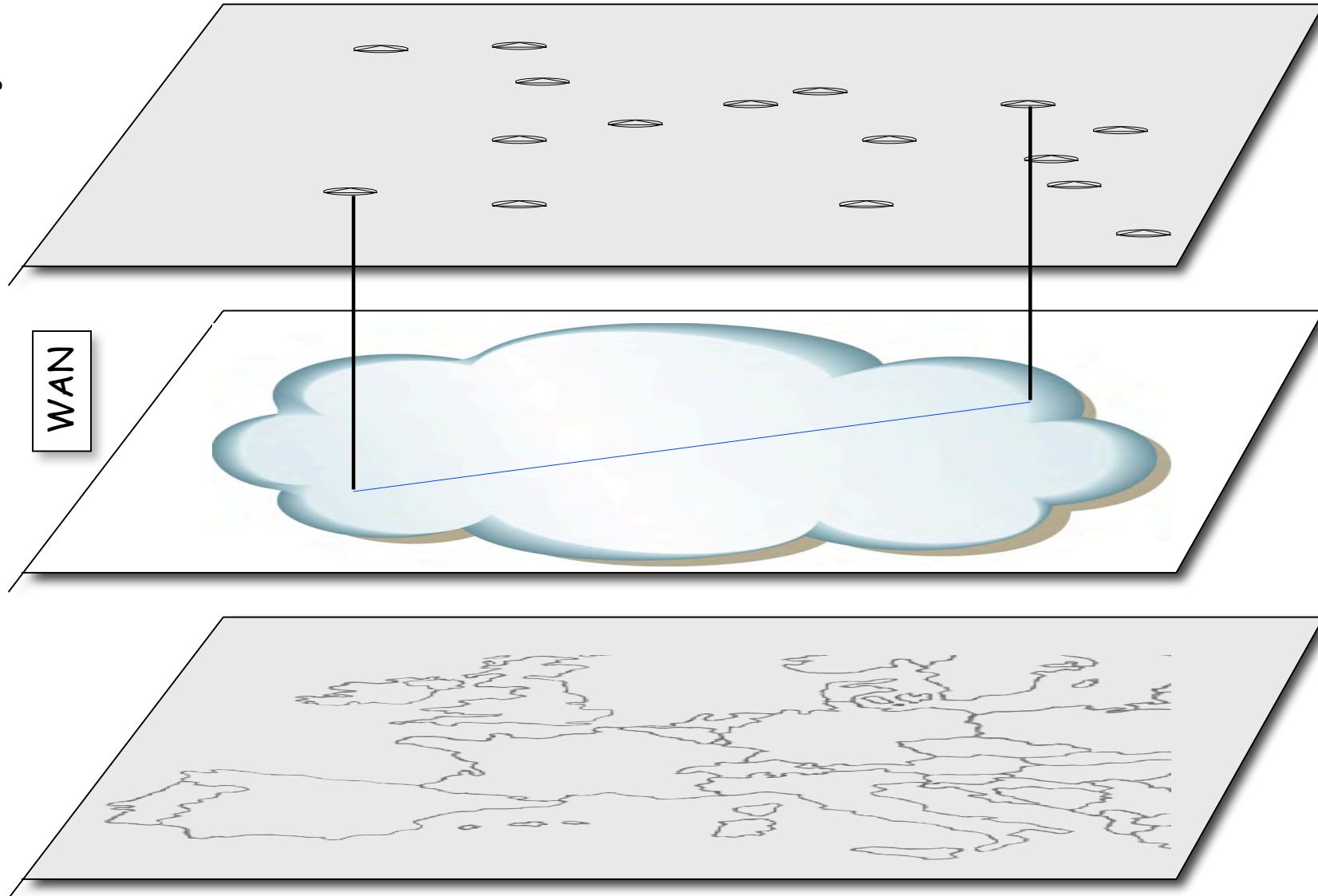


# PSTN - Grandes distancias

- Y si queremos transportar un E4 (140Mbps  $\approx$  1900 llamadas)
- ¿Enlace de fibra?
- (...)



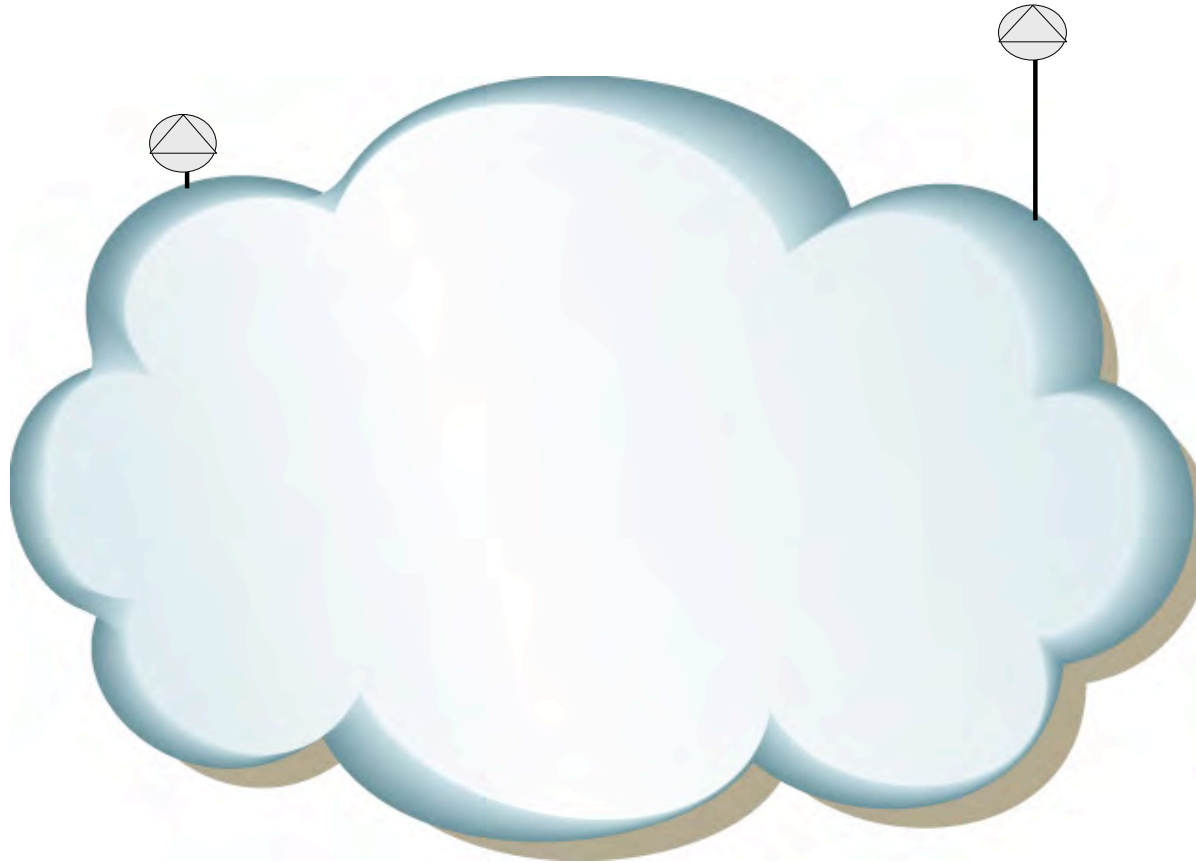
# PSTN - Grandes distancias



# PSTN - Grandes distancias

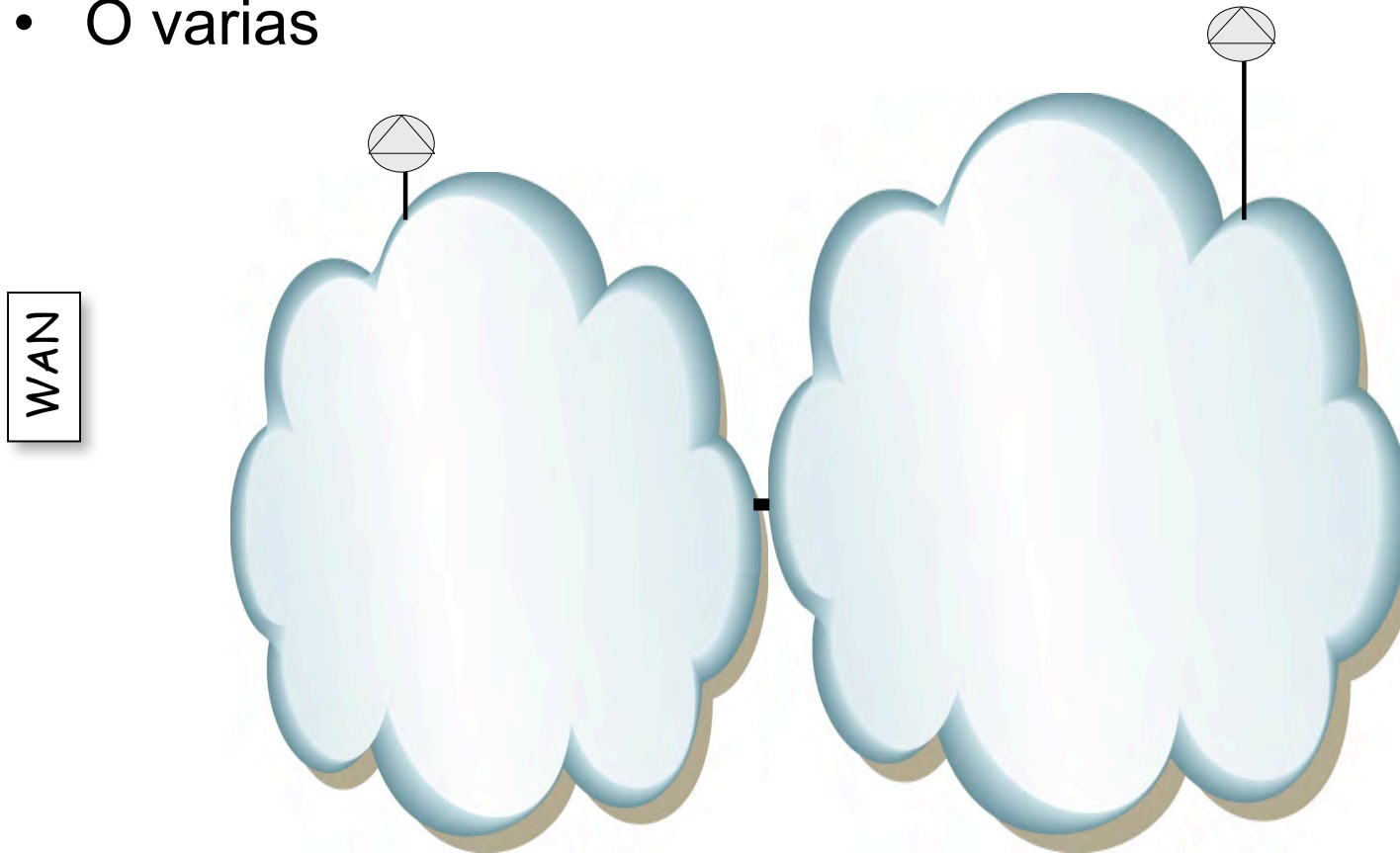
- El transporte del E4 lo llevamos a cabo empleando otra red, una WAN
- (...)

WAN



# PSTN - Grandes distancias

- El transporte del E4 lo llevamos a cabo empleando otra red, una WAN
- O varias



# Requisitos tecnología WAN

- **Transportar** señales PDH
- Asegurar tasa de transferencia
- Limitar retardo y jitter
- Asegurar funcionamiento (99.999% del tiempo)
- Elevadas velocidades en la fibra para poder multiplexar tráfico de varios clientes
- Compatibilidad (para interconexión con otras WAN)

# SONET/SDH

# SONET/SDH

- Especificaciones de *Network Node Interface* (NNI)
- Tecnología de transporte. Originalmente para transportar señales PDH
- Permite velocidades elevadas
- Las velocidades están sincronizadas en toda la red
- La sincronización reduce la necesidad de buffering
- Simplifica la inserción y extracción de señales de más baja velocidad sin demultiplexar
- Fácilmente extendible a mayores velocidades
- Compatible entre fabricantes
- Funcionalidades de recuperación ante fallos en los enlaces/nodos
- Funcionalidades de gestión
- Hay tres redes: Transmisión, Sincronización y Gestión



# SONET y SDH

## SONET

- *Synchronous Optical NETwork*
- Estándar del ANSI
- STS (*Synchronous Transport Signal*), señal eléctrica
- STS-1 = 51.84Mbps
- OC-1 (*Optical Carrier*), señal óptica
- Terminología:
  - *STS Section, STS Line, STS Path*
  - *Virtual Tributary*



## SDH

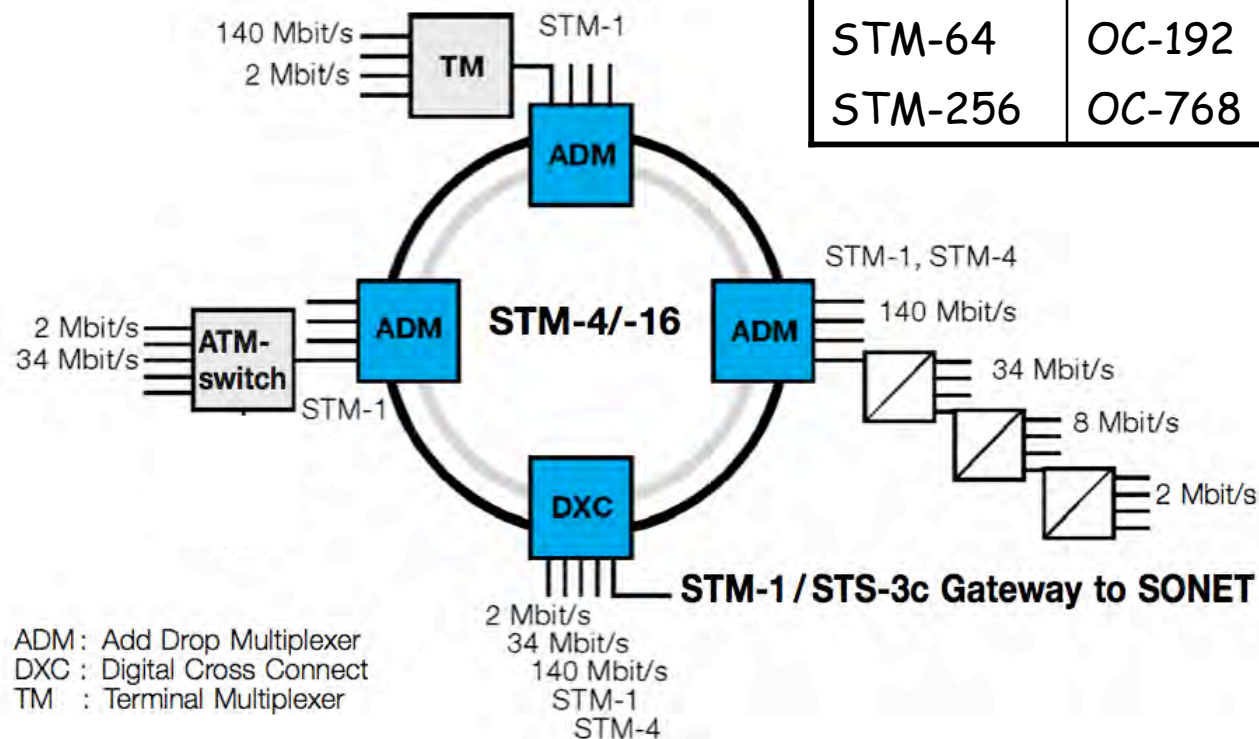
- *Synchronous Digital Hierarchy*
- Estándar del ITU (finales de los 80s, G.707)
- SONET caso particular
- En SDH la señal mínima es la de 155.52Mbps (STM-1)
- STM (*Synchronous Transport Module*), óptico o eléctrico
- Terminología:
  - *Regenerator Section, Multiplex Section, Higher Order Path*
  - *Virtual Container*



# SONET/SDH

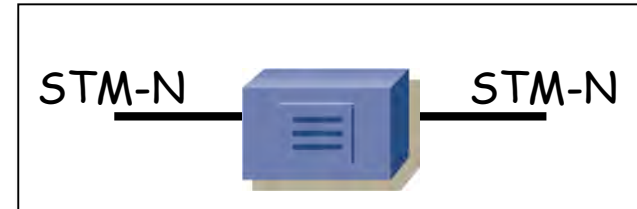
- SDH se diseñó para transportar señales de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Límite de velocidad impuesto por la tecnología, no por la falta de estándar

SDH	OC Level	Line Rate (Mbps)
	OC-1	51.84
STM-1	OC-3	155.52
STM-4	OC-12	622.08
STM-16	OC-48	2488.32
STM-64	OC-192	9953.28
STM-256	OC-768	39813.12



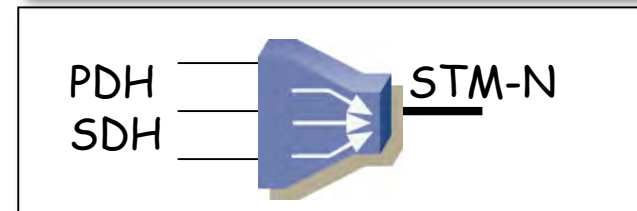
# Elementos

## Regeneradores



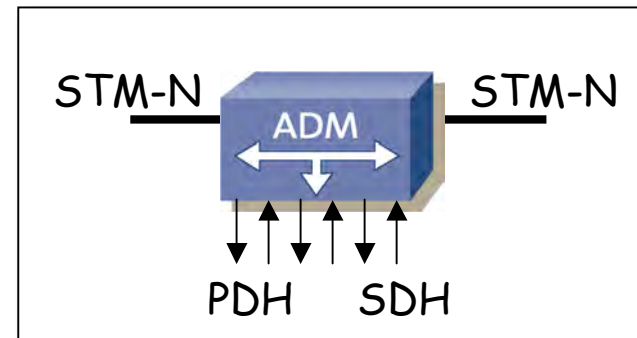
## Terminal Multiplexers (TM)

- Multiplexan señales plesiócronas y síncronas en una única señal de nivel superior



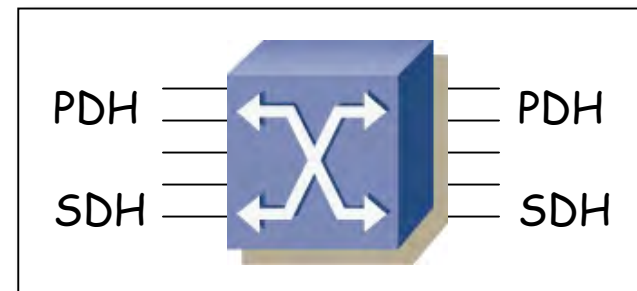
## Add-Drop Multiplexers (ADM)

- Insertan y extraen señales PDH y SDH



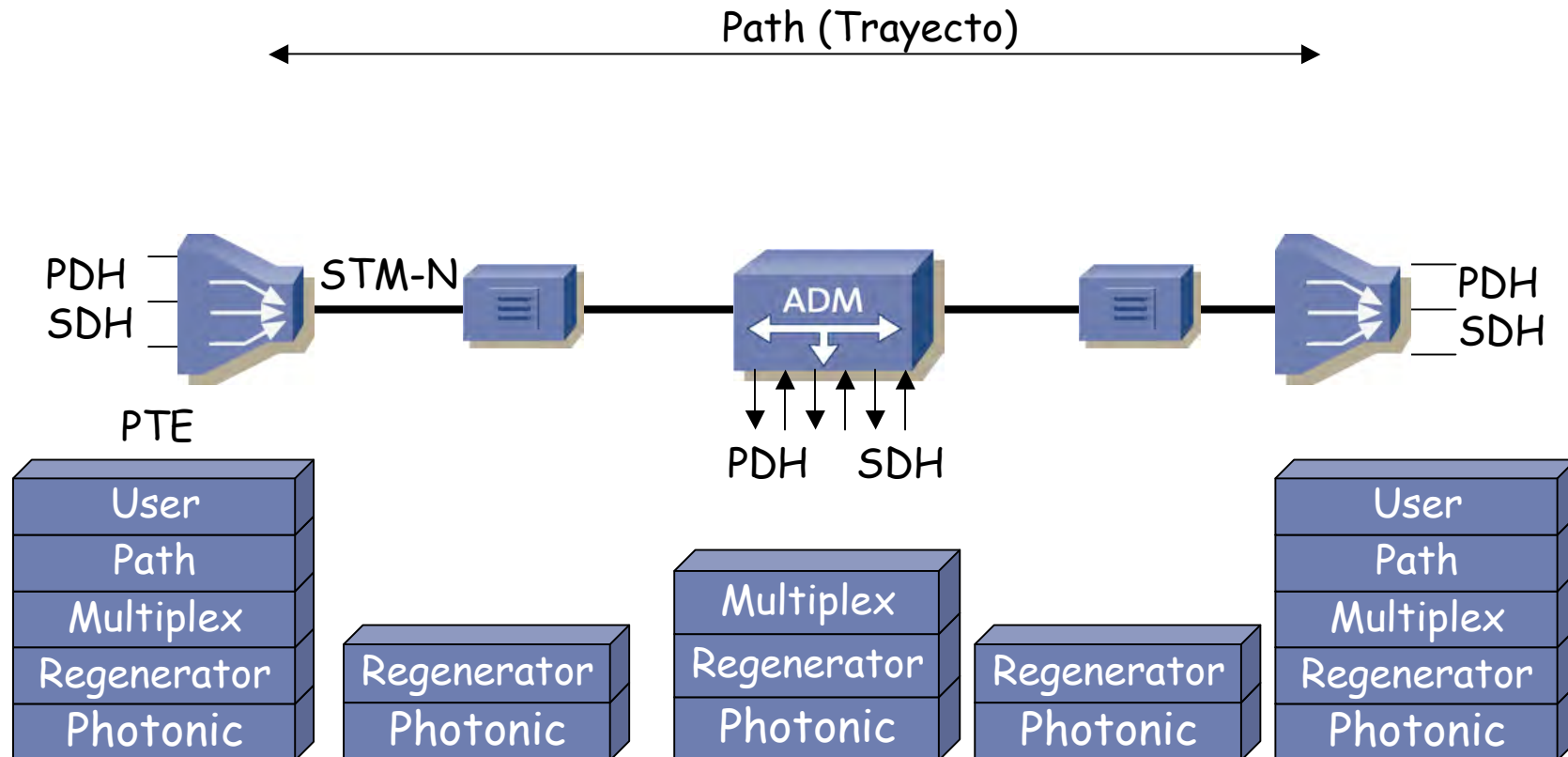
## Digital Cross-Connect (DXC)

- Conmutación, inserción y extracción de señales PDH y SDH



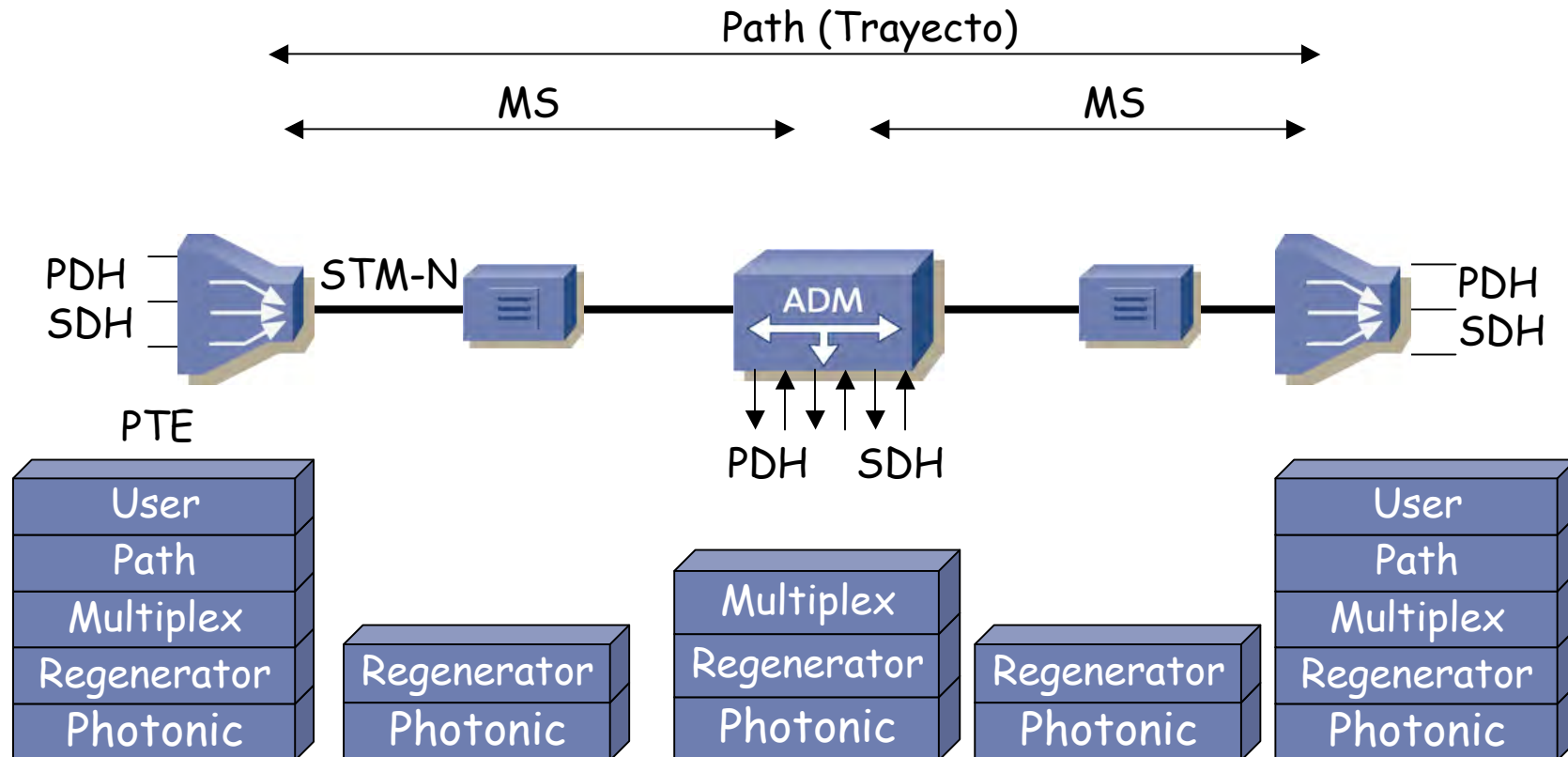
# Elementos

- **PTE** : *Path Termination Element* (Elemento de Terminación de Trayecto)
- Hay trayectos de orden inferior y superior (34Mbps+)
- Trayecto entre donde se ensambla y desensambla la trama SDH
- Incluye el *Path OverHead* (POH)



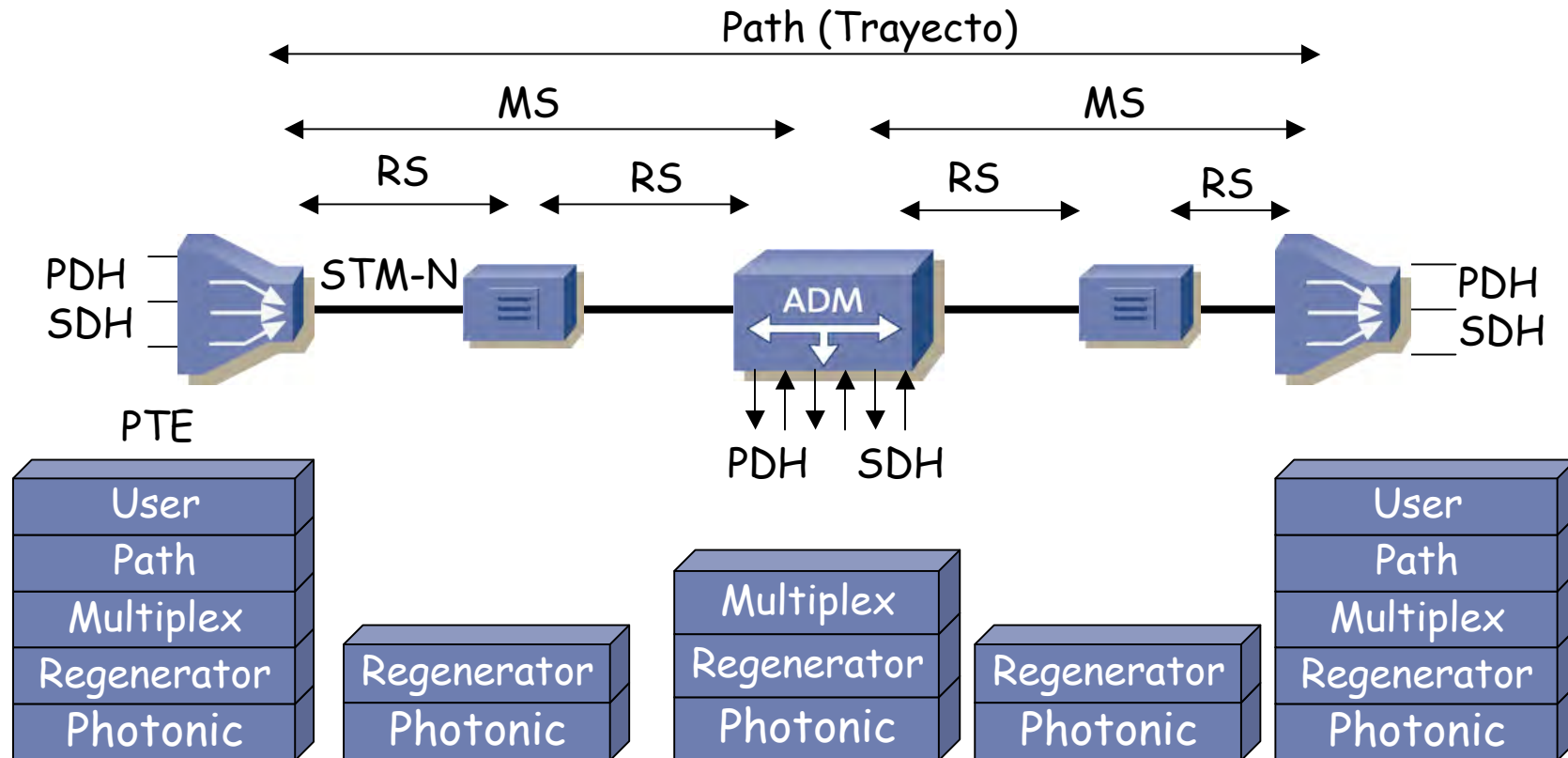
# Elementos

- **MSTE** : *Multiplex Section-Terminating Element*
- **MS** : Sección de Multiplexación
- Transporte de información entre dos elementos de red consecutivos
- Incluyen y extraen los bytes de *Multiplex Section OverHead* (MSOH)



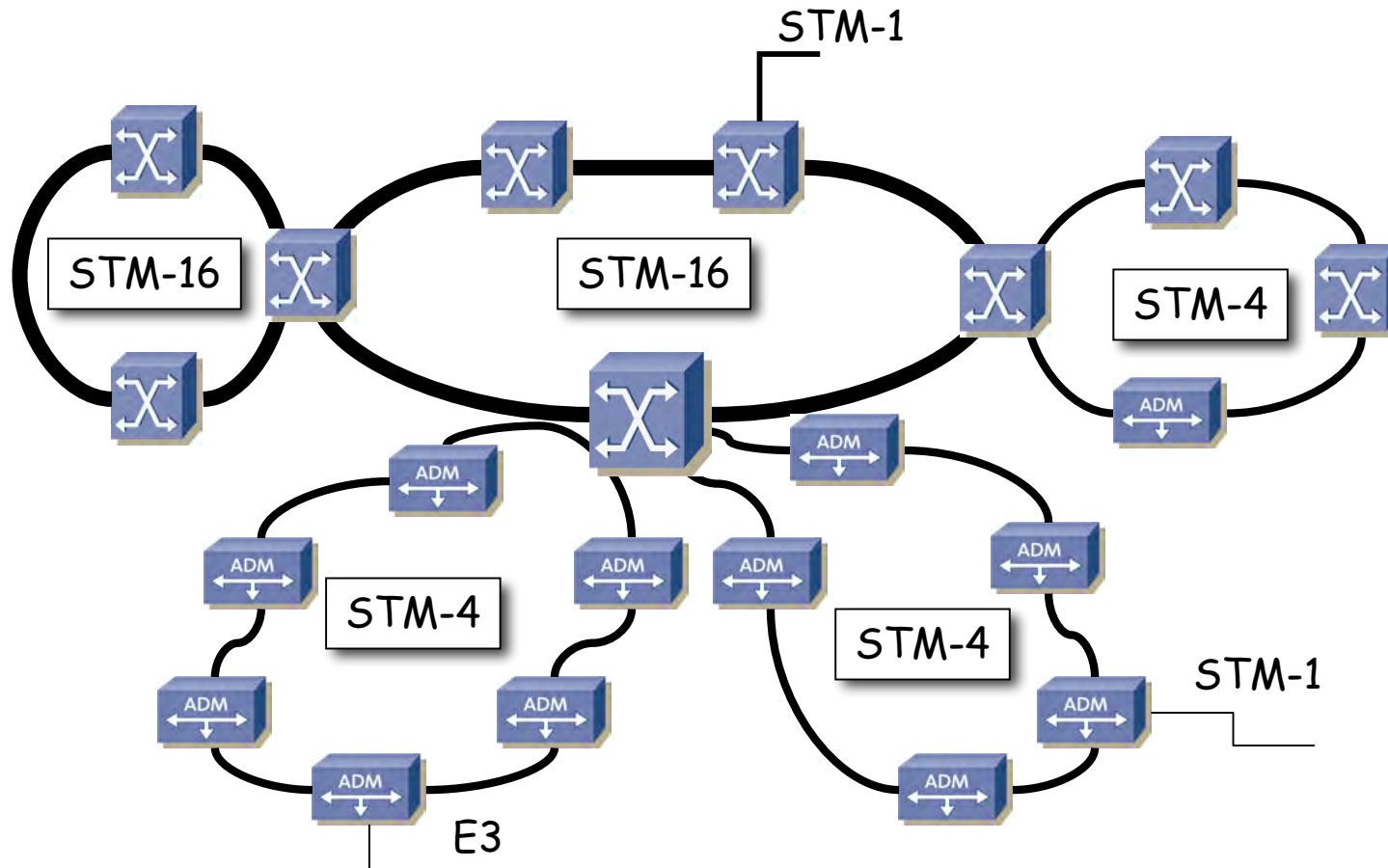
# Elementos

- **RSTE** : *Regenerator Section-Terminating Element*
- **RS** : *Regenerator Section* (Sección de Regeneración)
- Emplea el *Regenerator Section OverHead* (RSOH)



# Topología

- Típicamente anillos

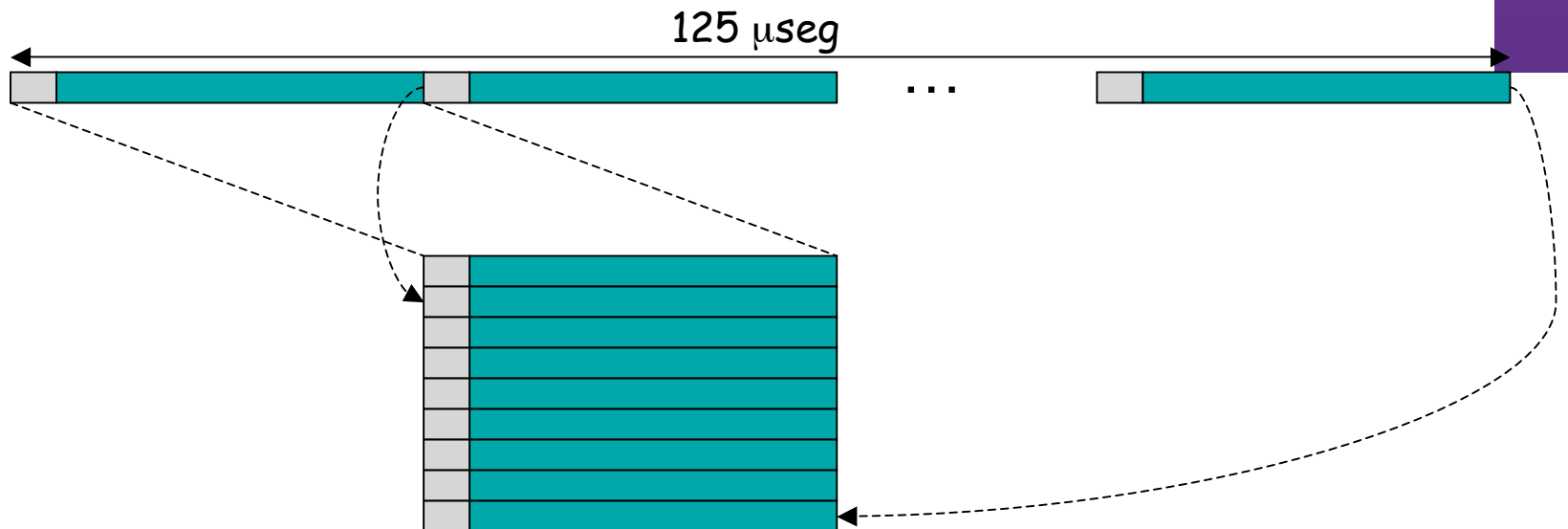


# Trama SDH



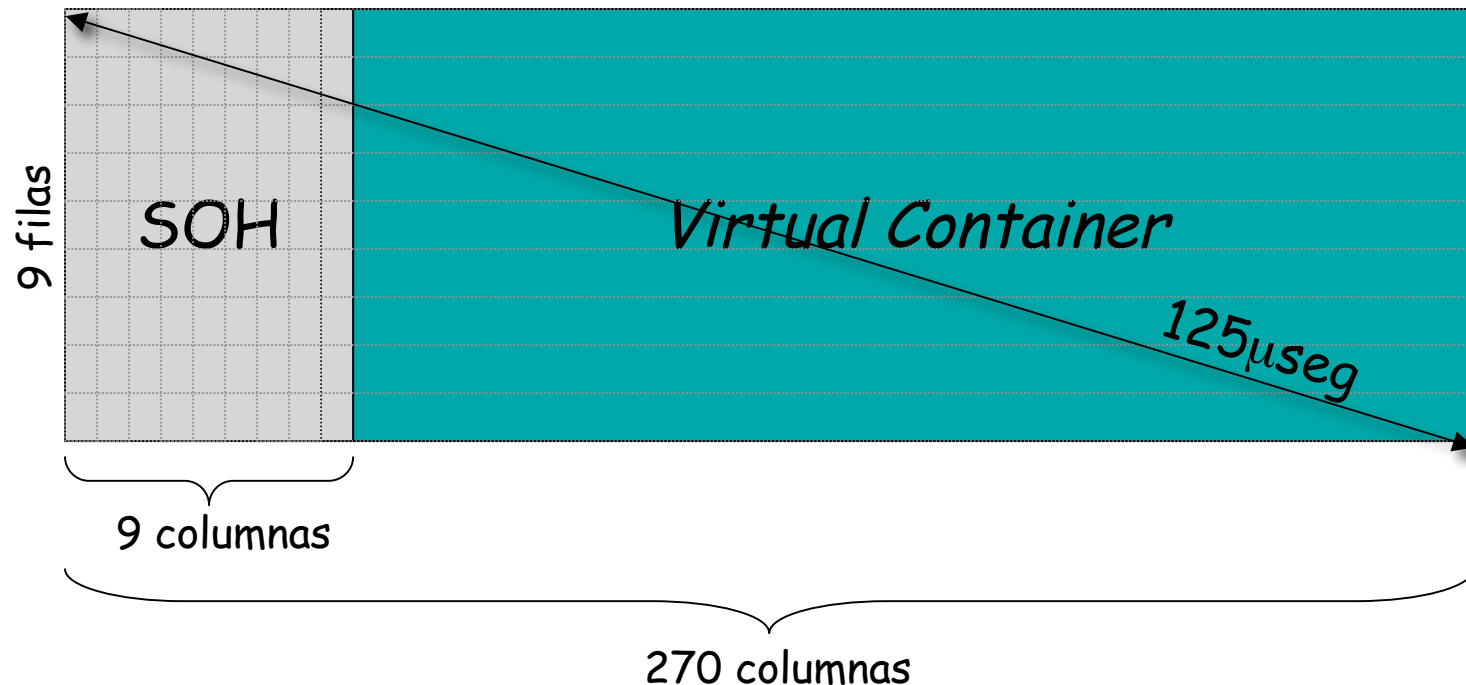
# Estructura de la trama SDH

- La unidad básica es la trama STM-1
- Para cualquier velocidad la trama dura 125μseg
- 8.000 tramas/seg
- La menor unidad es un byte
- A 155.52 Mbps la trama es de 2430 Bytes
- Hay 9 secciones con 9 bytes de sobrecarga
- Se suele representar la trama en forma matricial o rectangular (...)



# Estructura de la trama STM-1

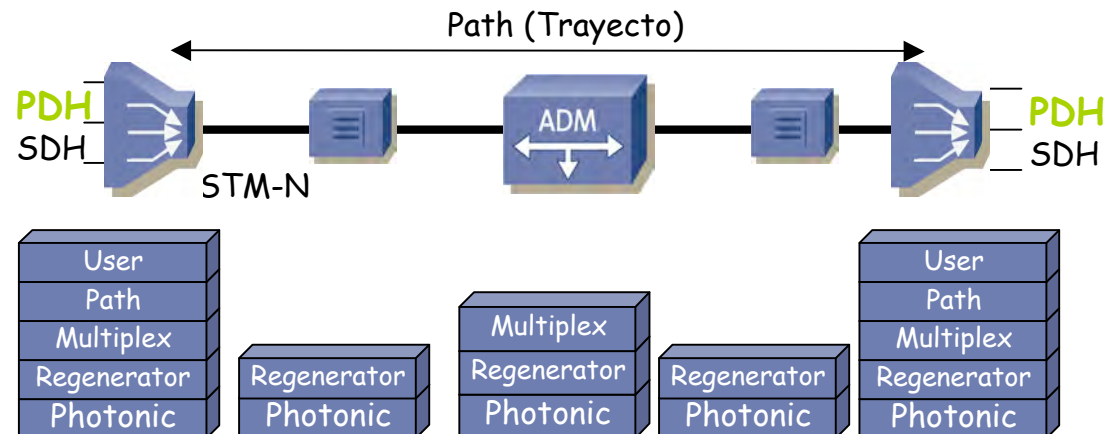
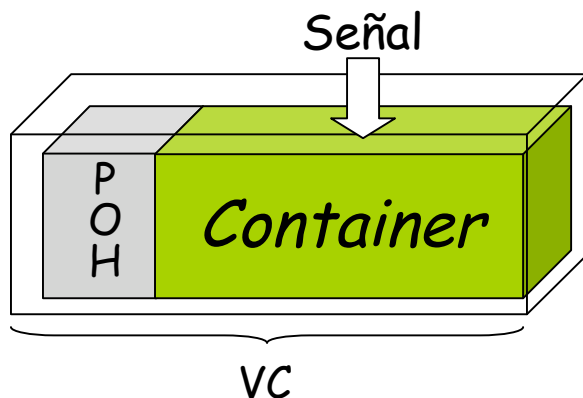
- 1 byte  $\Rightarrow$  64Kbps
- 64Kbps x 9 filas x 270 columnas = 155.52Mbps
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de 125 $\mu$ seg, 9 filas, Nx270 columnas



# Entramado

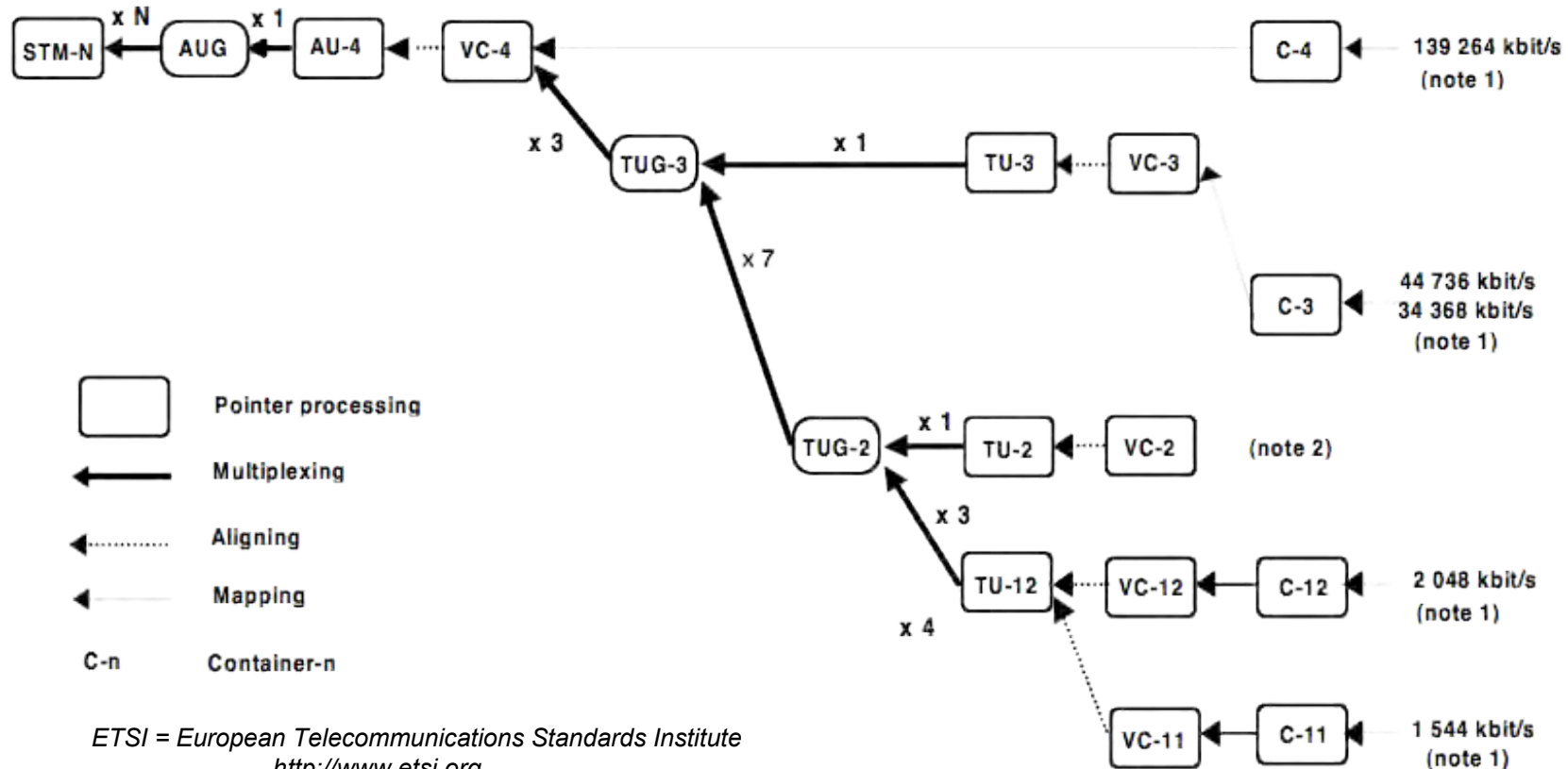
- Las señales PDH se introducen dentro de un *Container SDH* de capacidad suficiente  $\Rightarrow$  Contenedor + *Path OverHead (POH)* = *Virtual Container (VC)*
- La señal PDH se inserta de manera *asíncrona* (modo flotante)
- Se permite que la velocidad binaria fluctúe dentro de unos márgenes

Contenedor	Velocidad (Kbps)	Ejemplos de cargas útiles PDH
C-12	2176	2048Kbps (E1)
C-2	6912	6Mbps (T2)
C-3	49536	45Mbps (T3) ó 34Mbps (E3)
C-4	149760	140Mbps (E4)



# Estructura de multiplexación

- La trama STM-1 puede transportar diferentes combinaciones de *Virtual Containers*
- Estructura de multiplexación generalizada de ETSI (subconjunto de la estandarizada en G.707):



# ATM

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

Redes de Banda Ancha  
5º Ingeniería de Telecomunicación

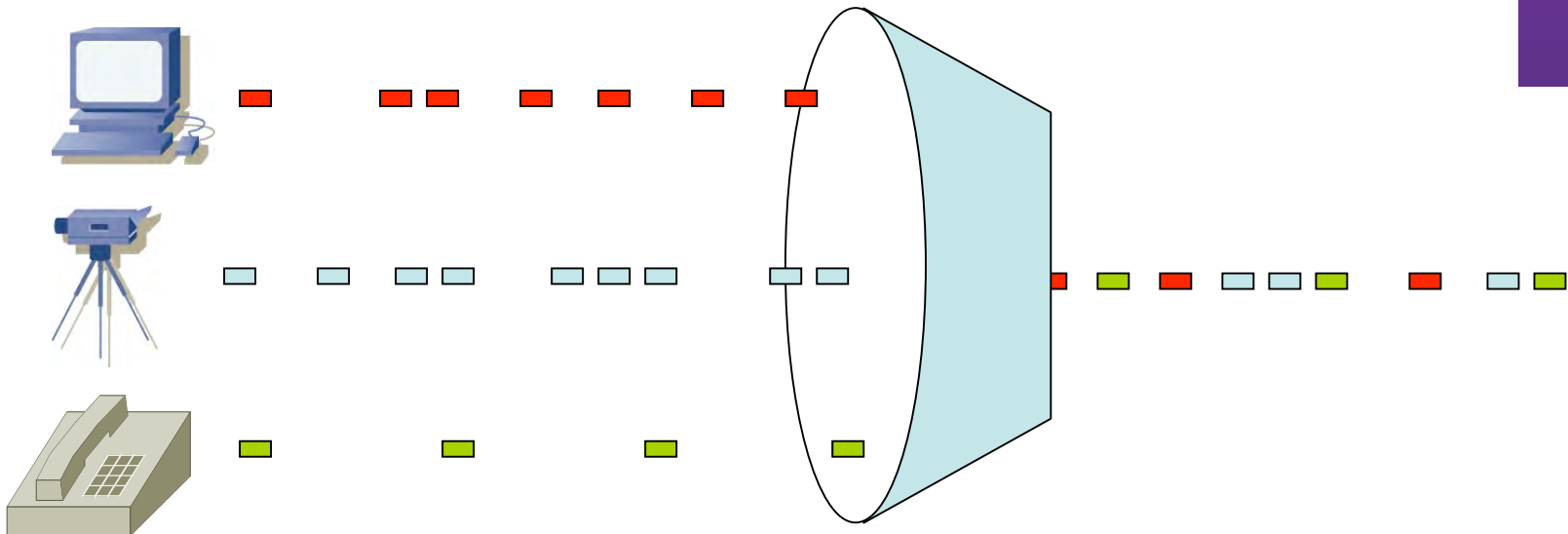
# ATM

- 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



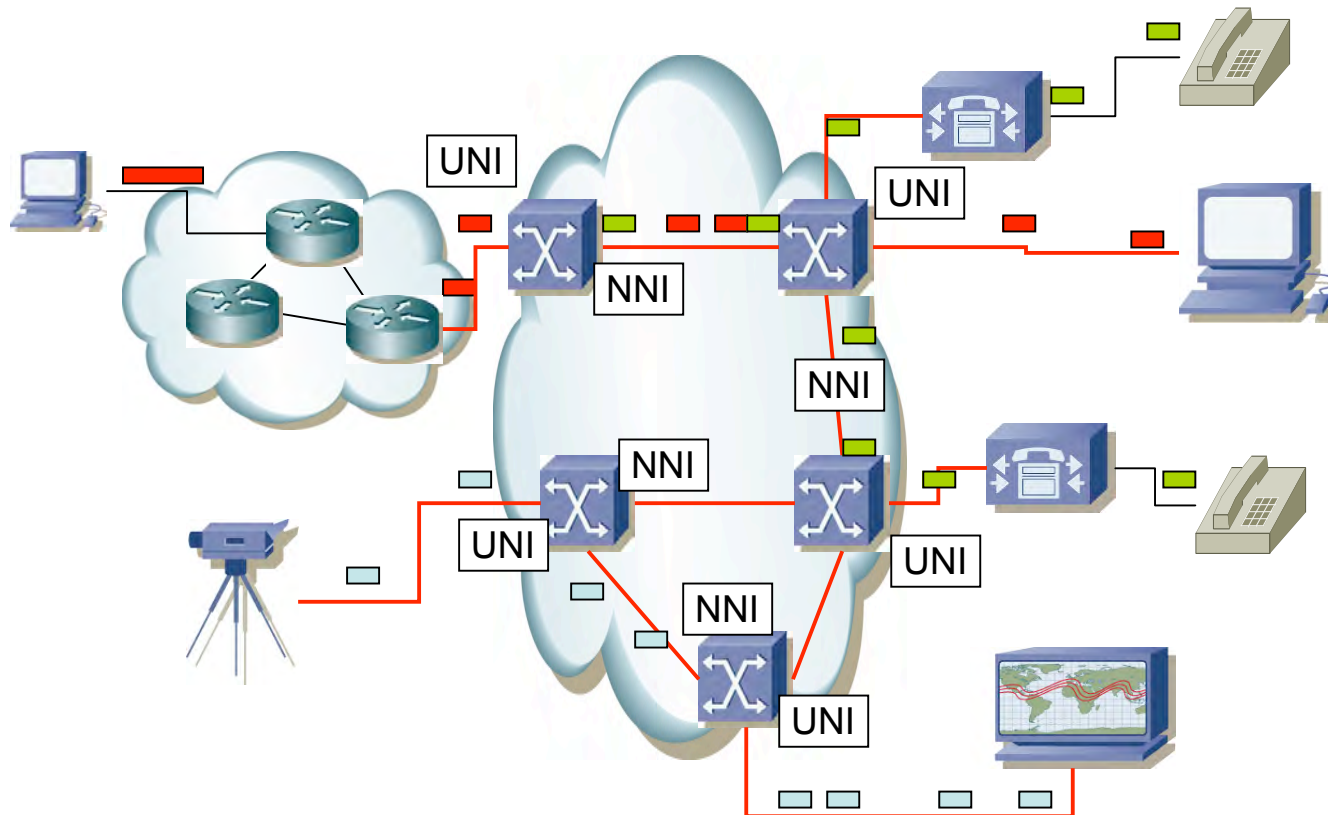
# ATM

- Mínima funcionalidad en la cabecera de las celdas
- Aprovecha la *multiplexación estadística*
- Paquetes pequeños para reducir la variación del retardo (el objetivo es una red que soporte servicios multimedia)



# Elementos de una red ATM

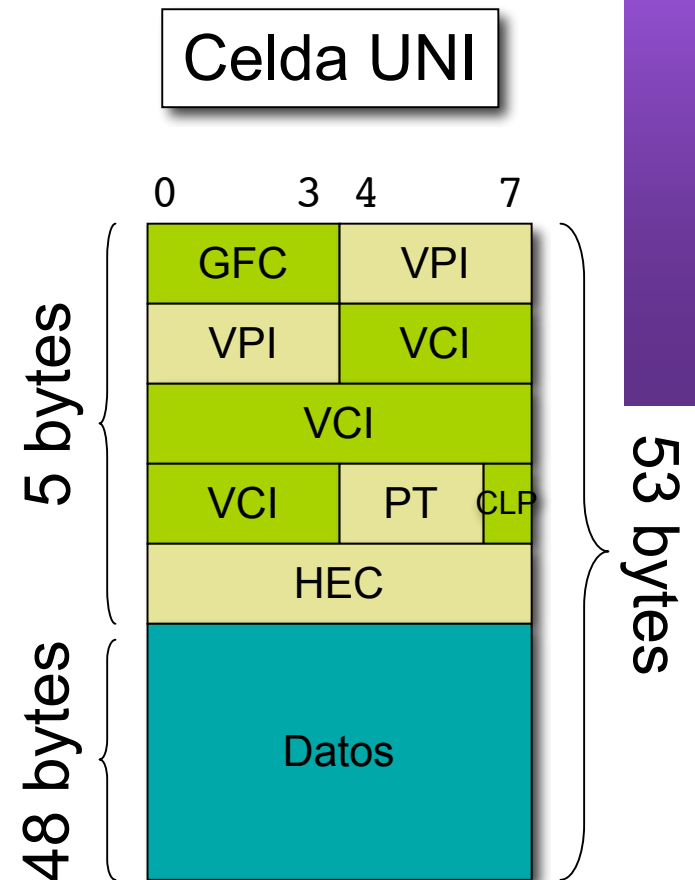
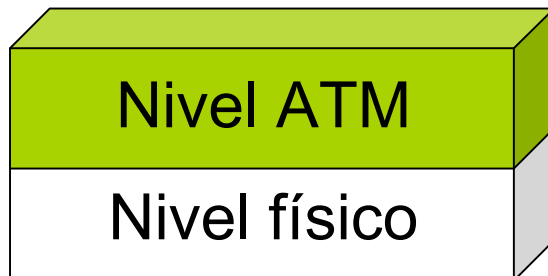
- Conmutadores ATM (...)
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posible punto-a-multipunto
- UNI: User to Network Interface
- NNI: Network to Network Interface





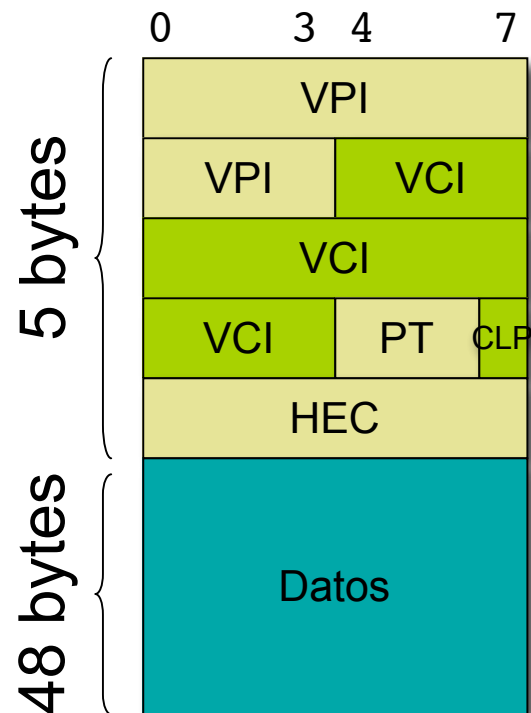
# Estructura básica de las celdas

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

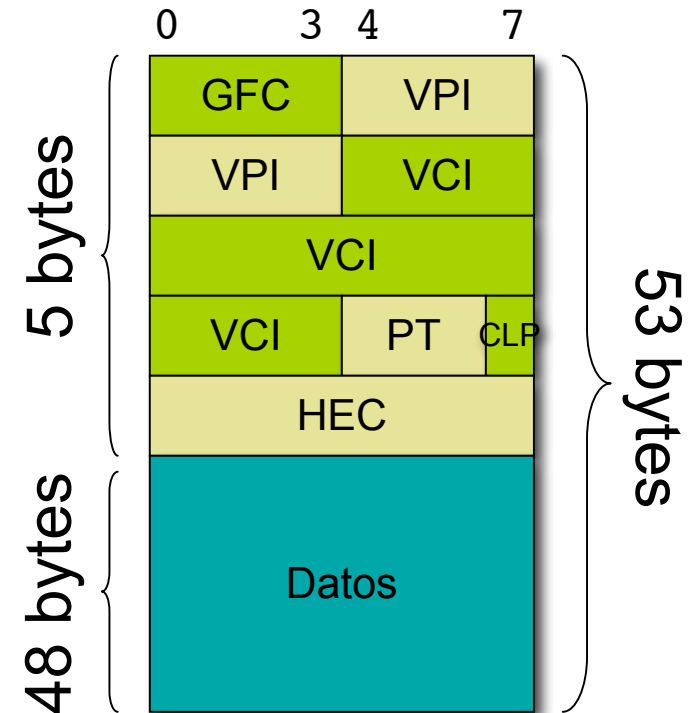


# Celdas UNI y NNI

Celda NNI

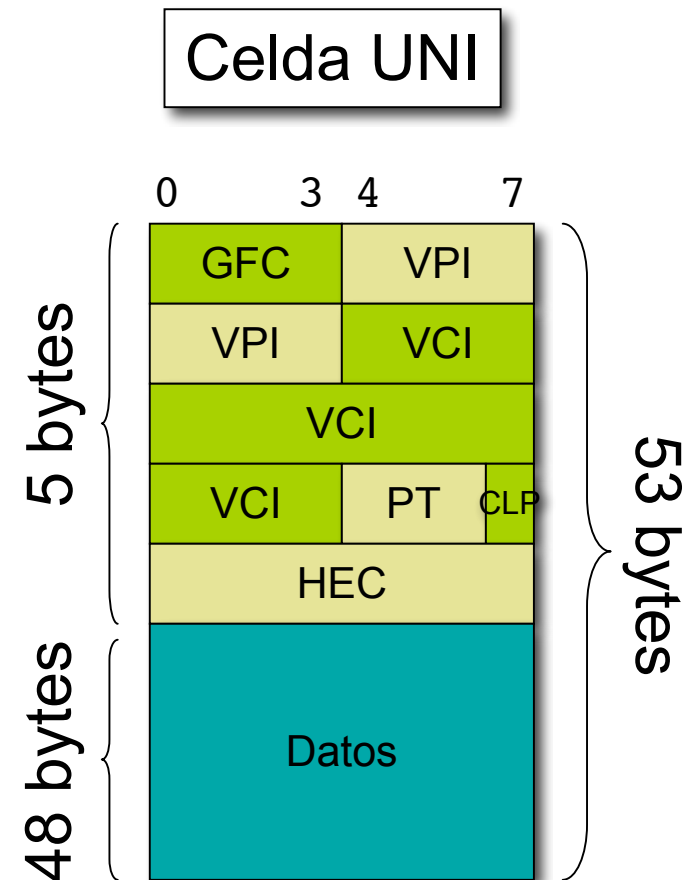


Celda UNI



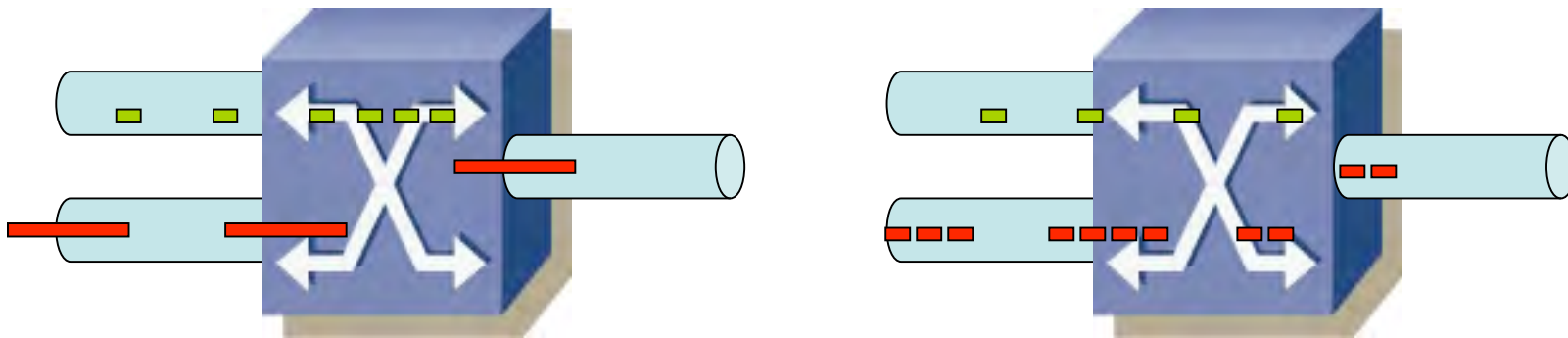
# Celdas UNI y NNI

- **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



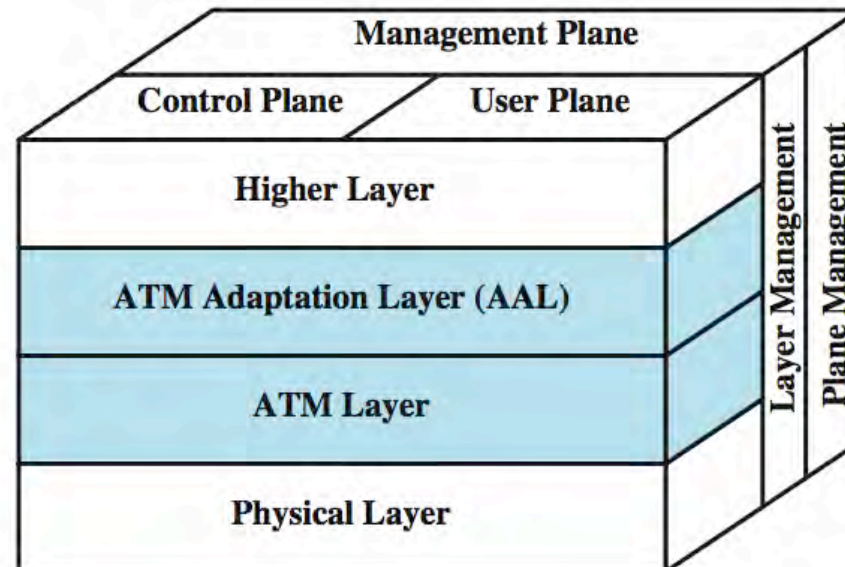
# ¿ Celdas pequeñas ?

- Servicios con requisitos de retardo (voz) alta prioridad
- Si hay paquetes para enviar de varias clases primero se enviarán los de alta prioridad
- Si hay un paquete grande siendo transmitido, aunque sea de baja prioridad debe terminar de transmitirse  $\Rightarrow$  mayor retardo
- Si los tamaños son variables también lo será el retardo  $\Rightarrow$  mayor jitter
- Con tamaños fijos y pequeños el retardo es conocido y reducido



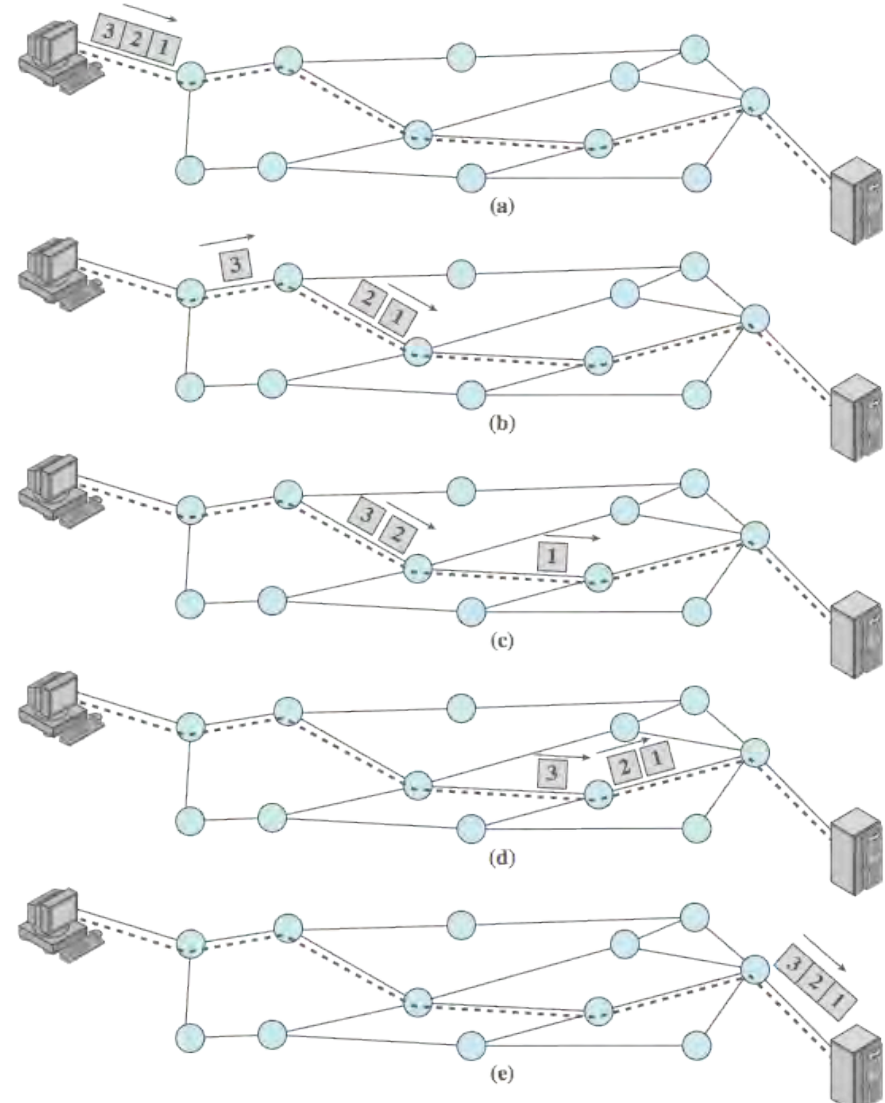
# Arquitectura de protocolos

- Plano de usuario
  - Proporciona transferencia de información del usuario
- Plano de control
  - Control de conexiones/llamadas
- Plano de gestión
  - Gestión del sistema y parámetros de los diferentes niveles



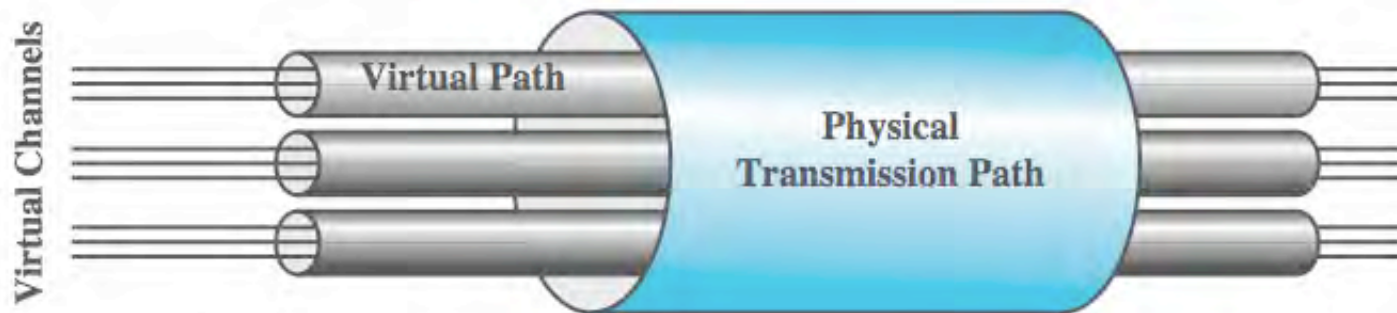
# ATM conexiones lógicas

- Interfaz del nivel de red orientado a conexión
- Virtual Channel Connections (VCC)
  - Circuitos virtuales de ATM
- Es la unidad básica de conmutación entre usuarios finales
  - full duplex
  - celdas de tamaño fijo
- Se utiliza también para
  - Señalización usuario-red (control)
  - Señalización red-red (network mgmt & routing)

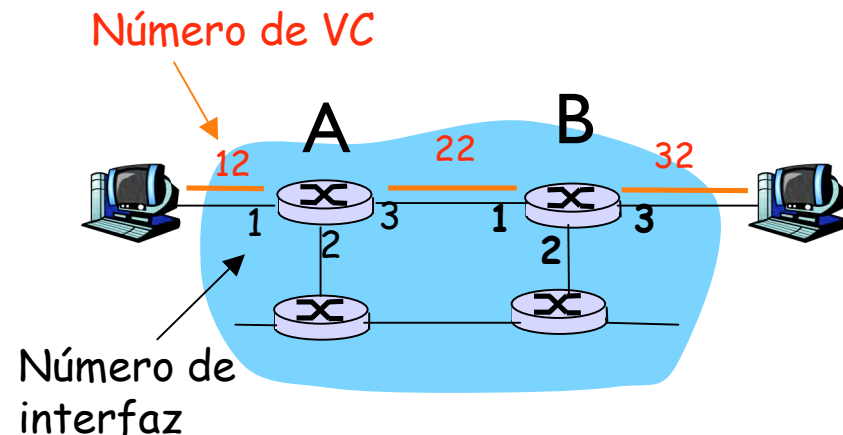


# ATM virtual paths

- Virtual Path Connection (VPC)  
¿Caminos virtuales?
  - Grupo de VCCs que se conmutan juntos



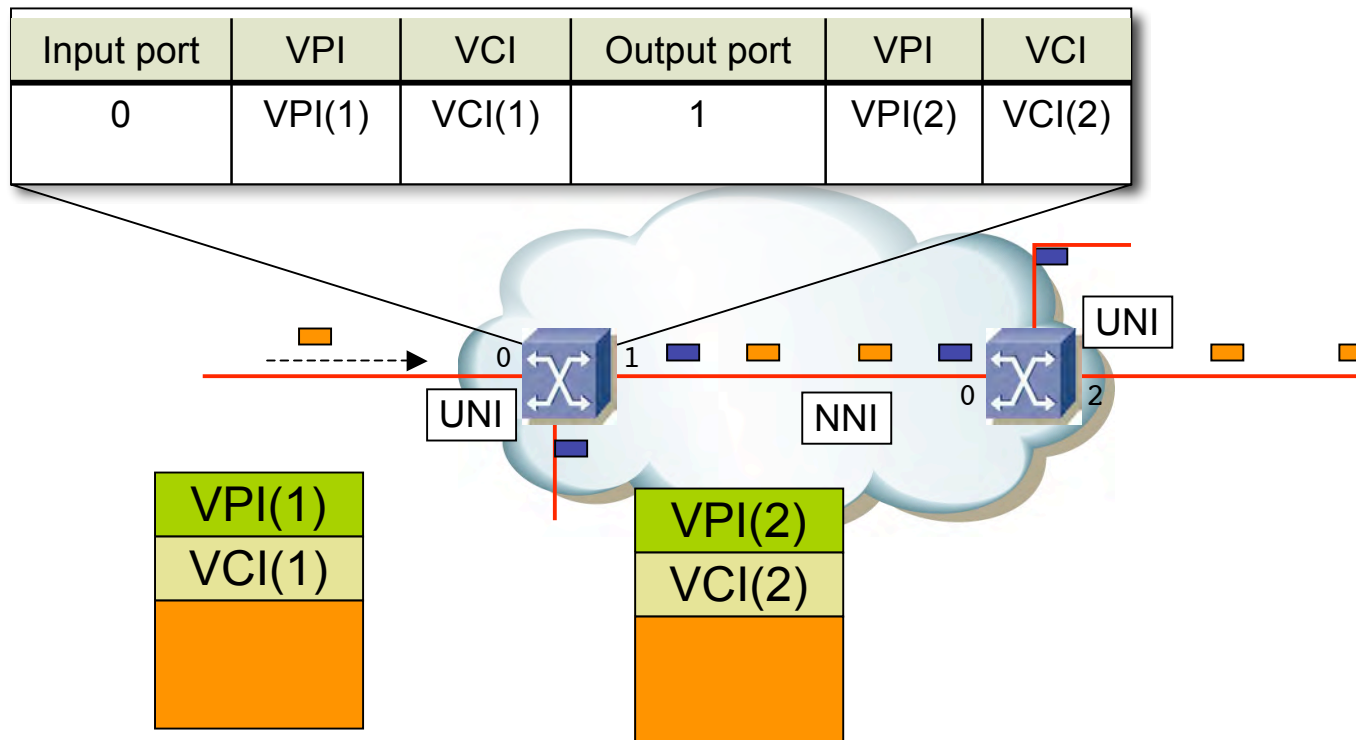
- Simplifican la conmutación de muchos circuitos que van al mismo destino





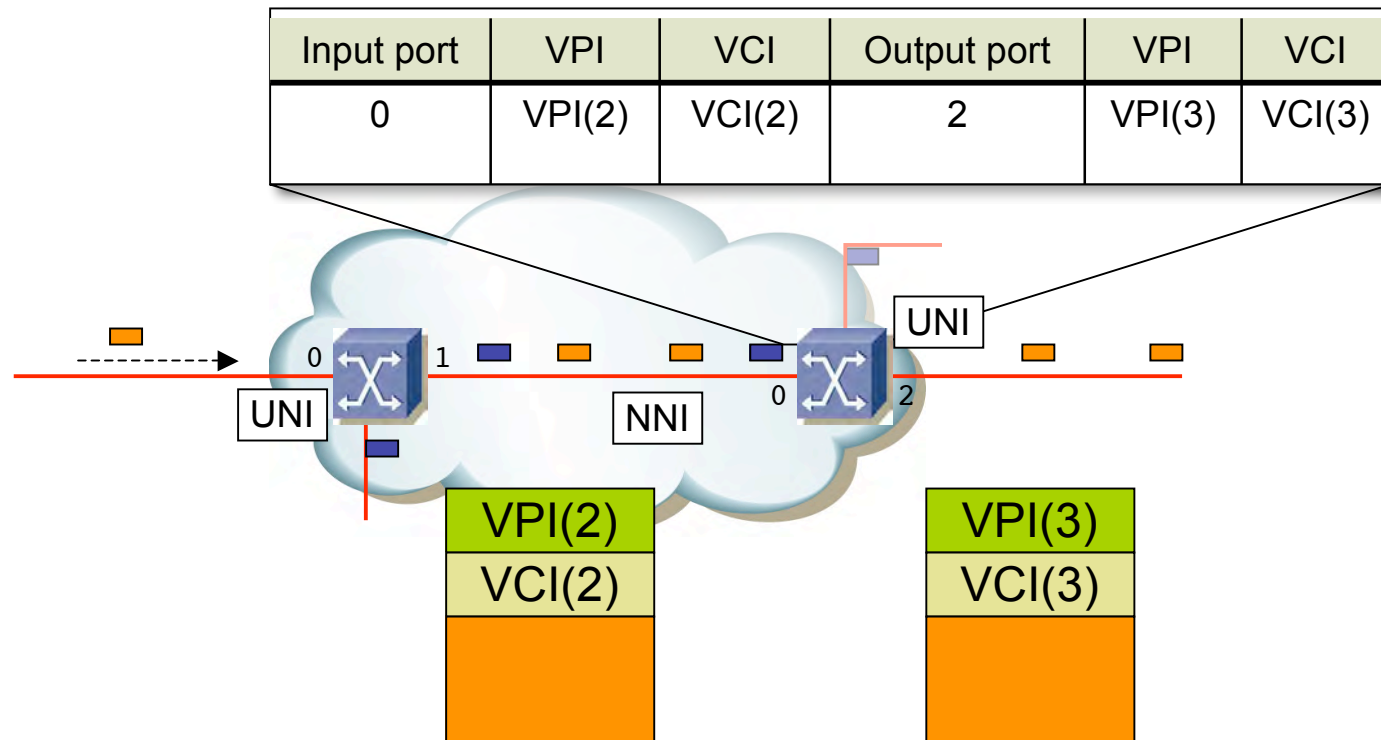
# Cómo funciona ATM

- 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



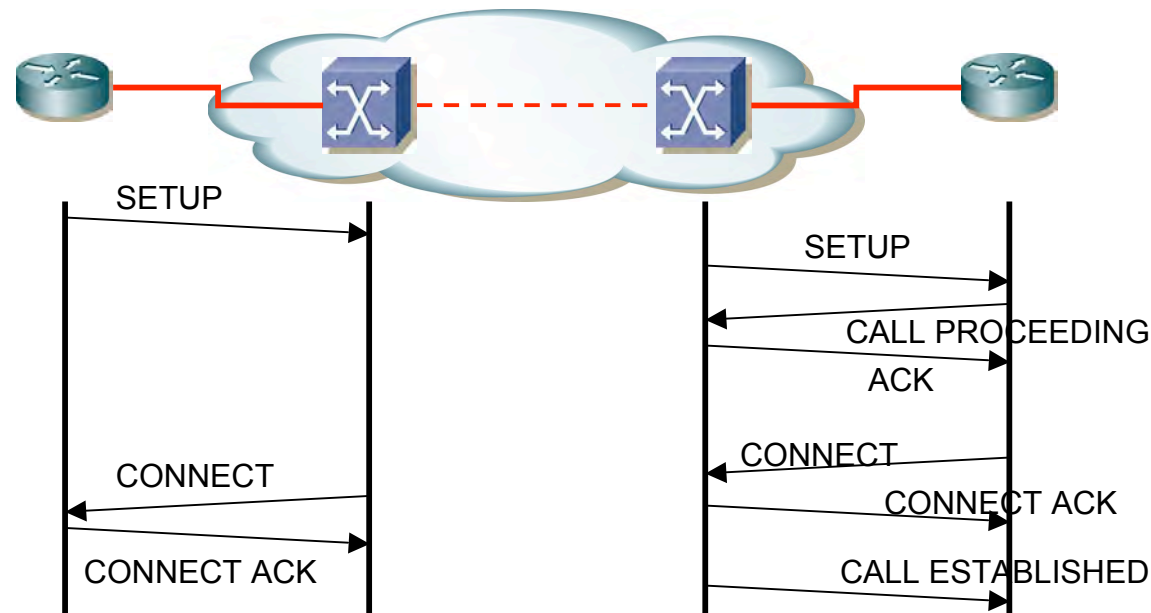
# Cómo funciona ATM

- 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



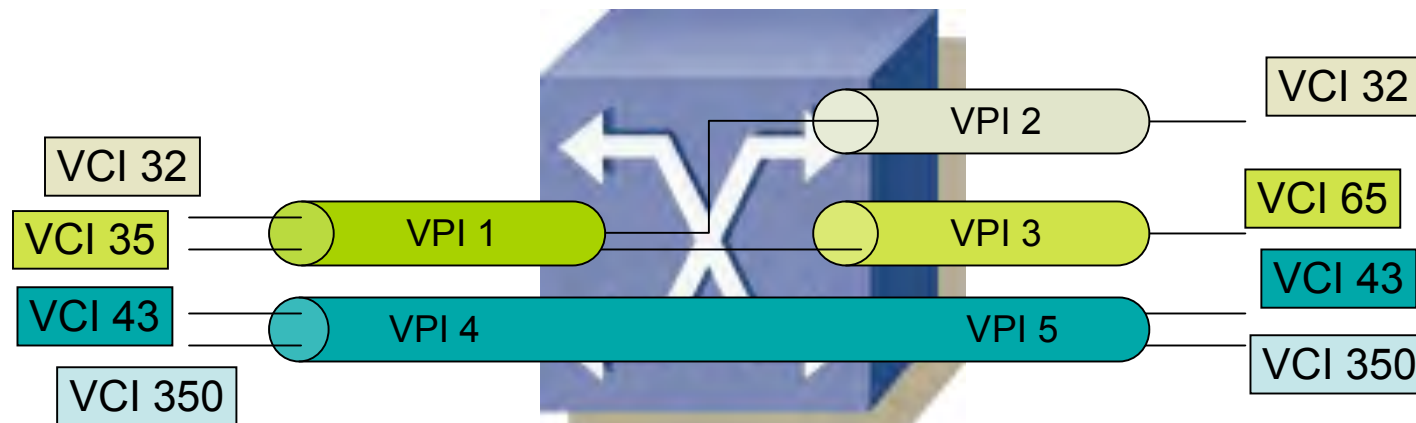
# Conexiones en los conmutadores

- 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
- PVP: *Permanent VP*
- Señalización



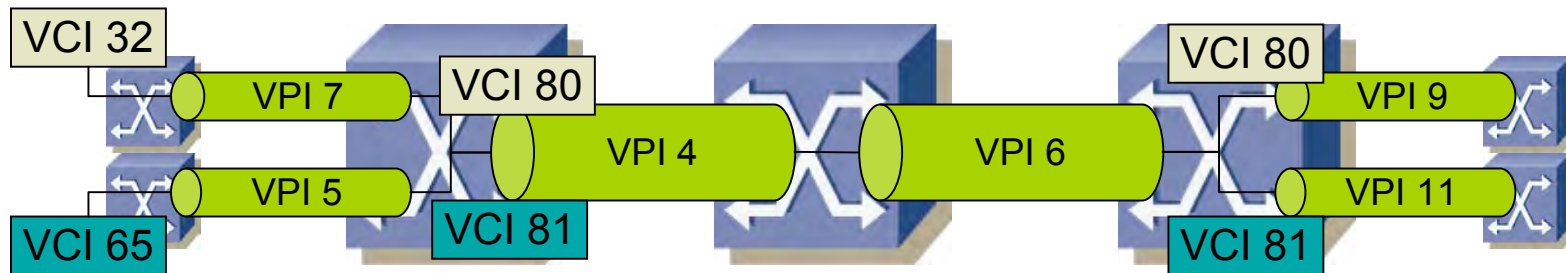
# Conexiones en los conmutadores

- **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



# 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)

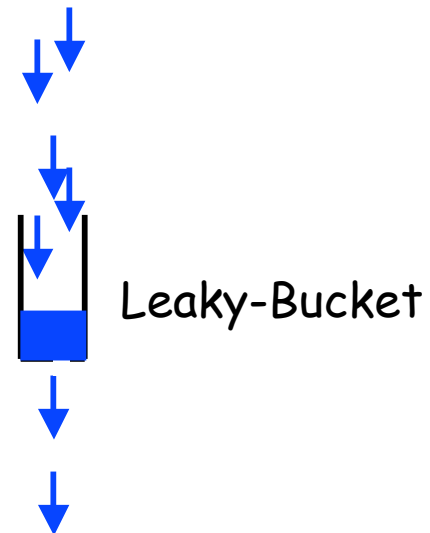
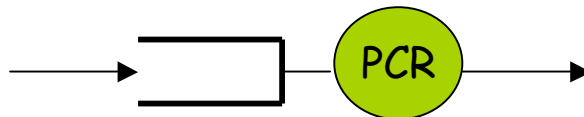
# Parámetros y descriptores de tráfico

- Se usan al negociar el establecimiento de un circuito virtual
- 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 conexión incluye:
  - Los parámetros de tráfico de la fuente
  - El CDVT (*Cell Delay Variation Tolerance*)
  - La técnica para decir qué celdas cumplen con los requisitos
- Dependiendo del servicio que pidamos se usan unos parámetros u otros y se indica o no el CDVT

# CAC, Policing y Shaping

- *Connection Admission Control (CAC)*
  - Durante el establecimiento de la conexión
  - Acciones para determinar si se permite o no (¿tengo suficientes recursos para garantizar todo el ancho de banda necesario en este enlace?)
- *Policing (permite a la red obligar a cumplir los parámetros)*
  - Acciones sobre las celdas que exceden el contrato de tráfico
  - Las marca con CLP=1
  - Serán la primeras en descartarse en caso de congestión
  - UPC para UNI, NPC para NNI
  - GCRA (*Generic Cell Rate Algorithm*)

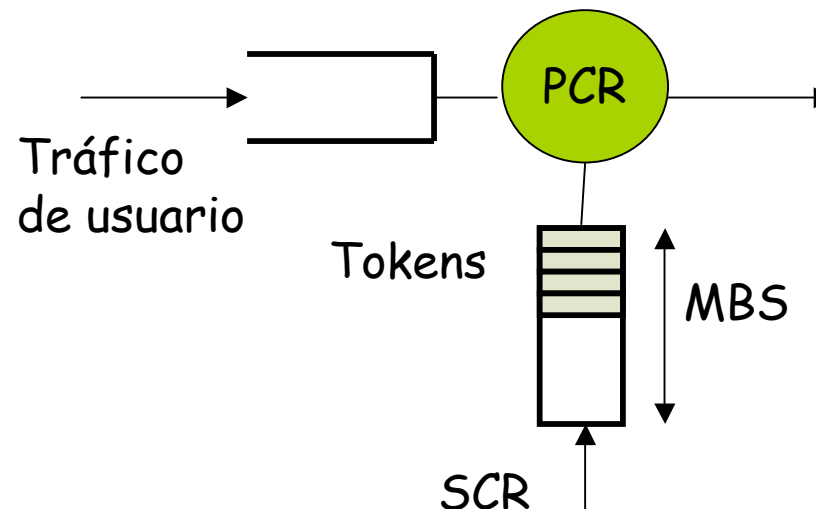
Celdas





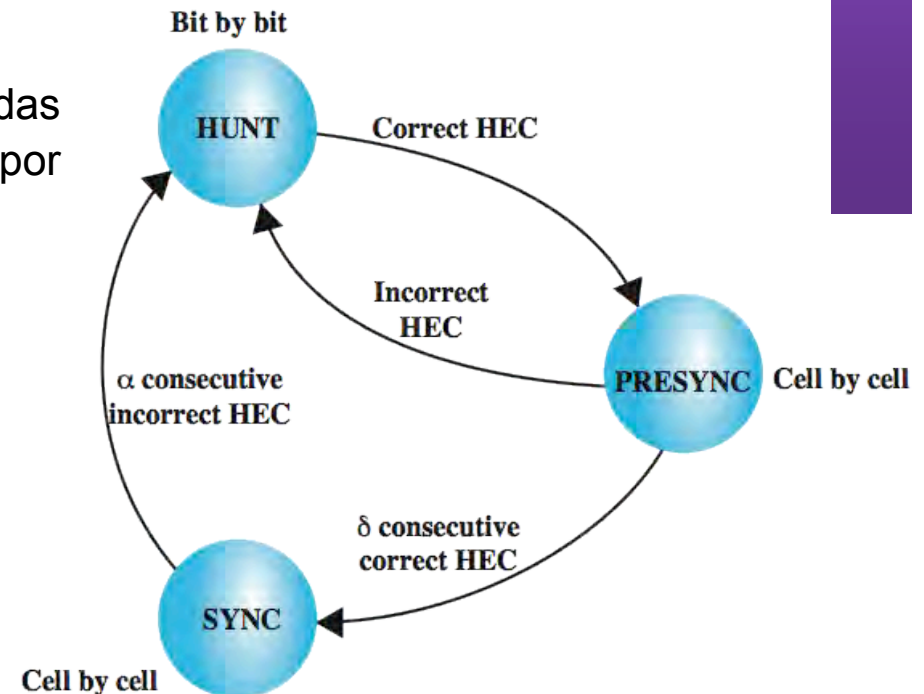
# CAC, *Policing* y *Shaping*

- *Traffic Shaping*
  - Obligar a que se cumpla los parámetros de tráfico
  - *Token Bucket*



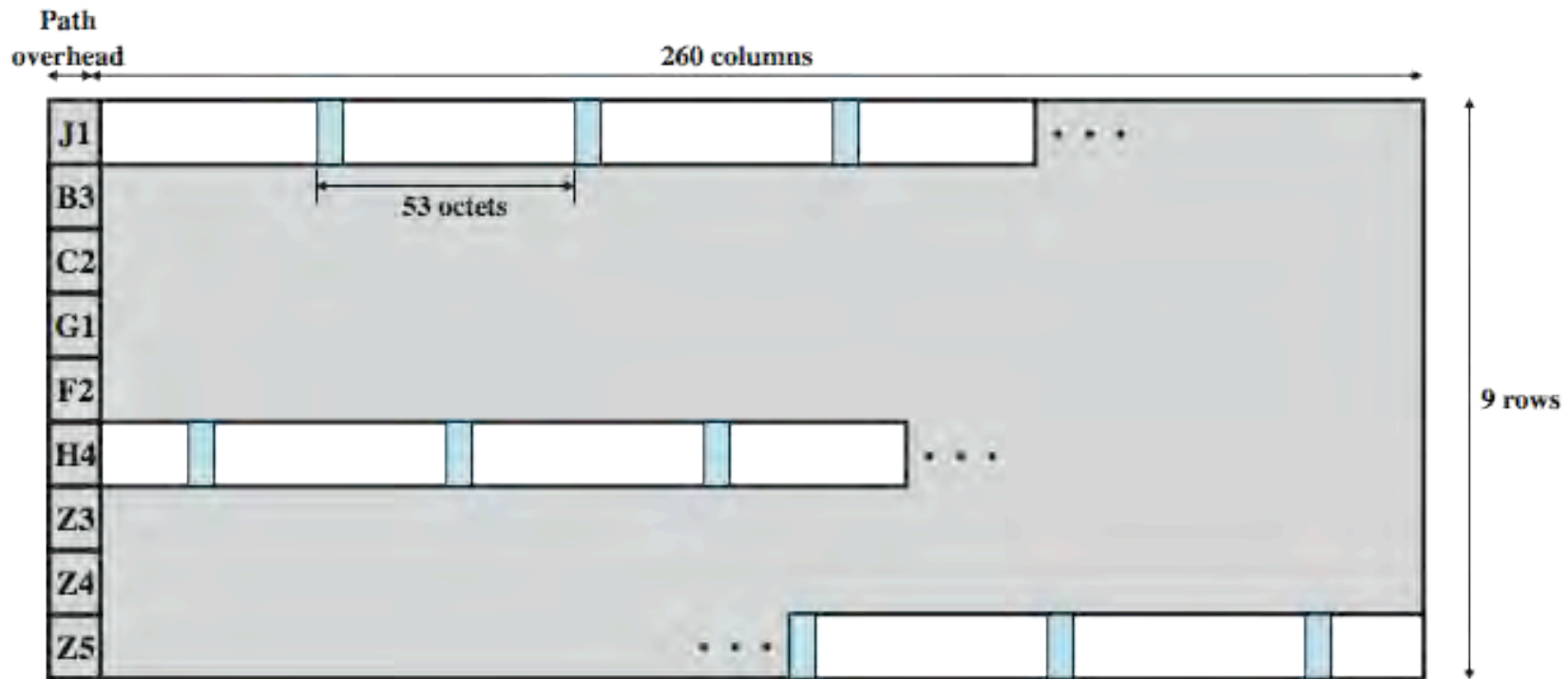
# Nivel físico basado en celdas

- Sin tramas
- Sucesión continua de celdas de 53 bytes
- Para sincronización y separación de celdas se basa en el control de error
  - Detección de errores hasta obtener un HEC correcto
  - Se asume que eso es una celda
  - Si encuentra varias celdas consecutivas da el enlace por sincronizado



# Nivel físico basado en SDH

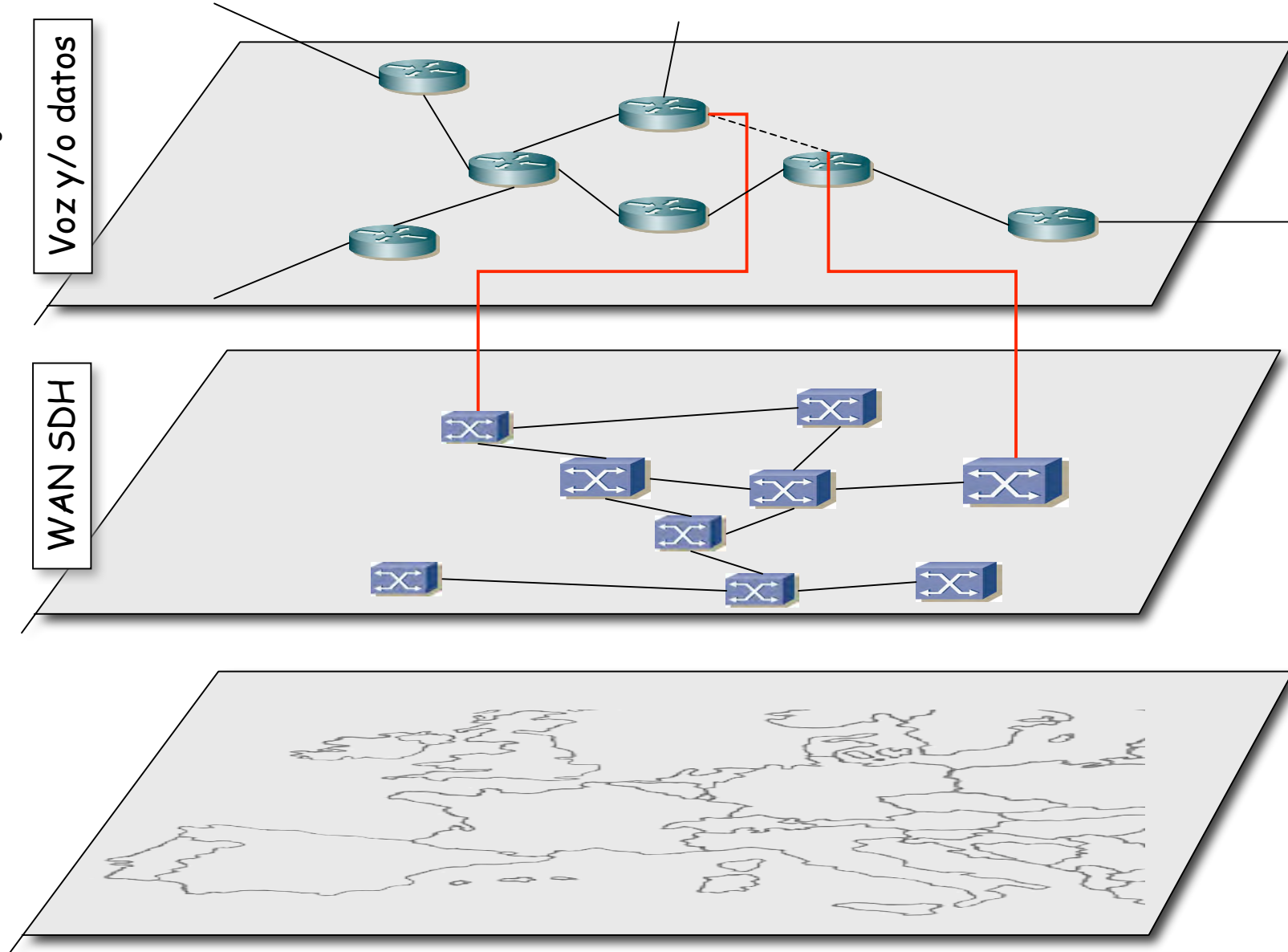
- Dentro de un VC SDH transportar un enlace ATM
- Hay un circuito SDH entre los dos extremos ATM
- Dentro del enlace ATM circularán celdas de diferentes circuitos virtuales



# Estructura multicapa

Voz y/o datos

WAN SDH



# Estructura multicapa

Voz y/o datos

WAN ATM

WAN SDH

