

# WANs: PDH y SDH

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

Redes de Banda Ancha  
5º Ingeniería de Telecomunicación

# Temario

1. Introducción a las Redes de Banda Ancha
2. Redes de área local (Ethernet, WiFi)
3. Redes de área metropolitana, tecnologías de acceso y el problema de la primera milla (ADSL, HFC, Gigabit Ethernet, etc.)
4. Redes de área extensa (SDH, ATM, MPLS)
5. Técnicas para el diseño de redes

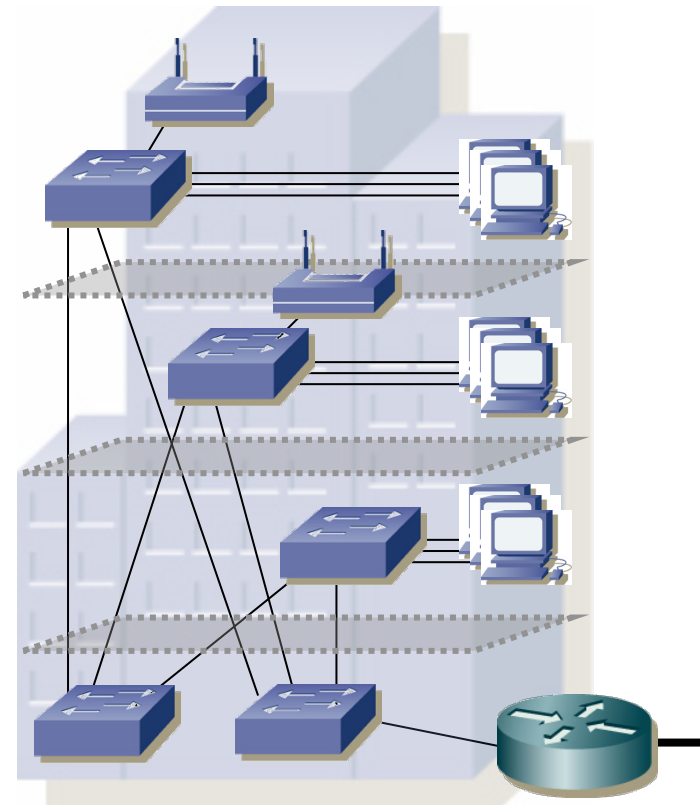
# Redes de Área Local

## Hemos visto:

- Conceptos básicos
- Ethernet
- Wi-Fi

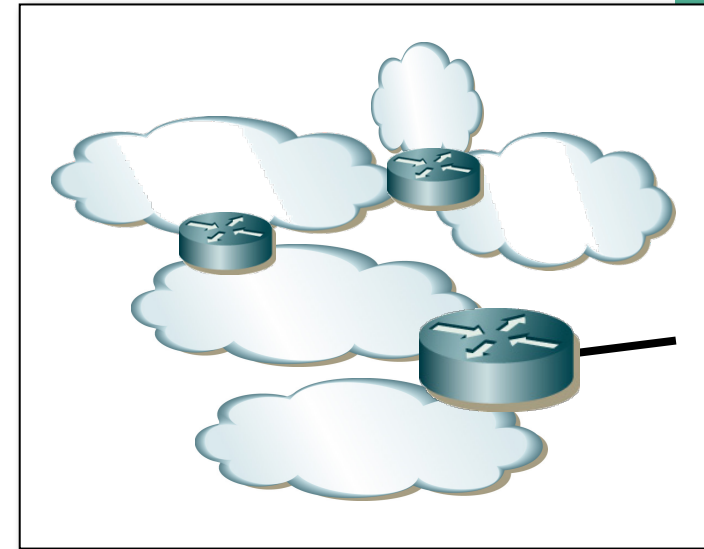
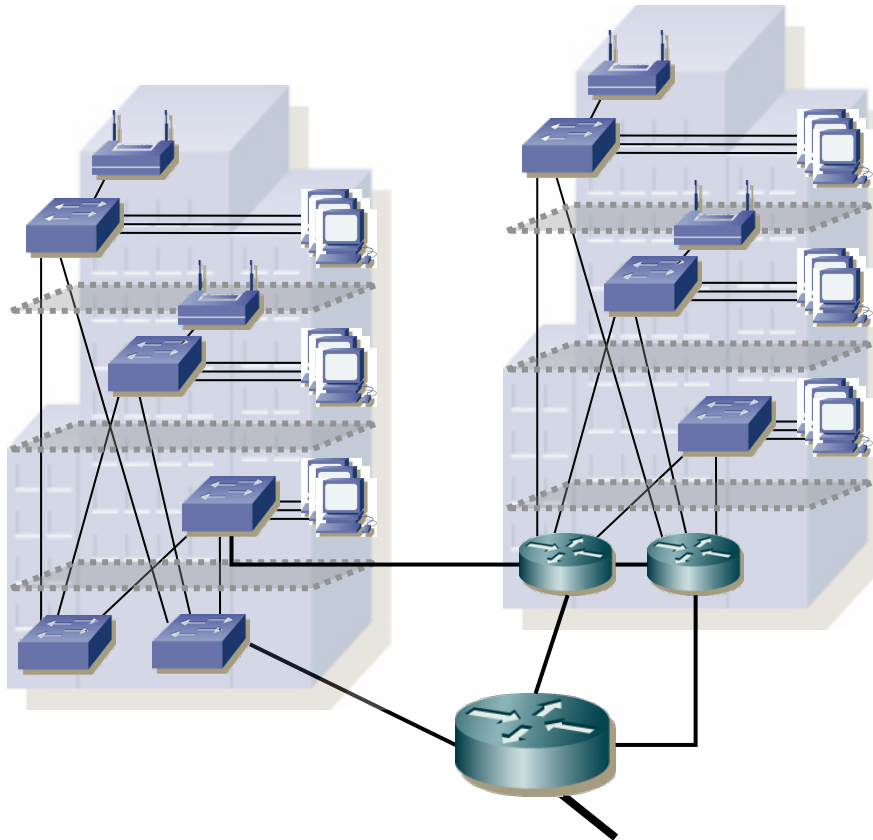
## Tienen limitaciones:

- Distancia
- Número de hosts
- Capacidad
- QoS
- Supervivencia



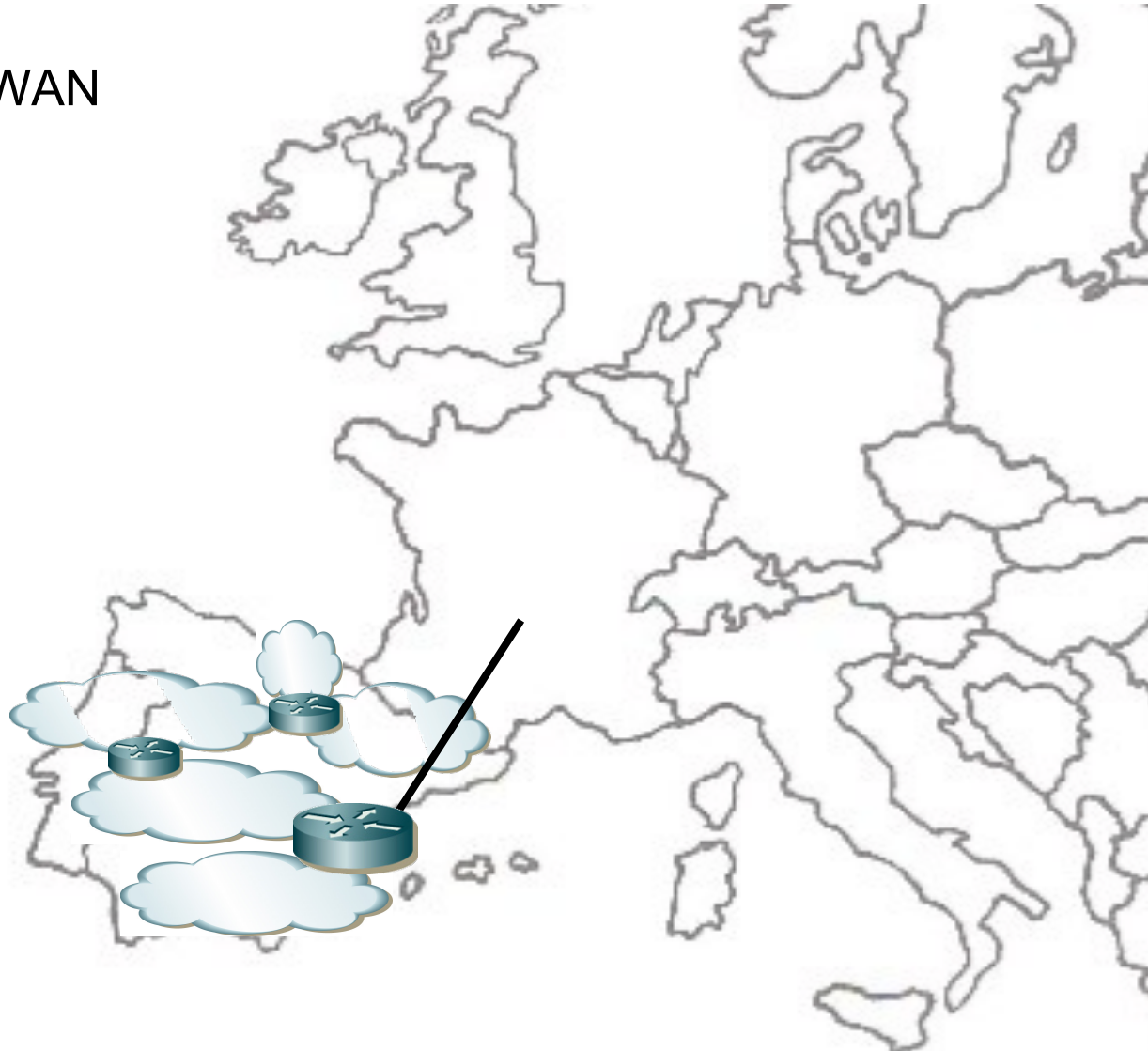
# Grandes redes locales

- Pueden unirse varias LANs con routers IP
- Siguen limitados por las características de las tecnologías LAN (distancia, supervivencia, QoS...)



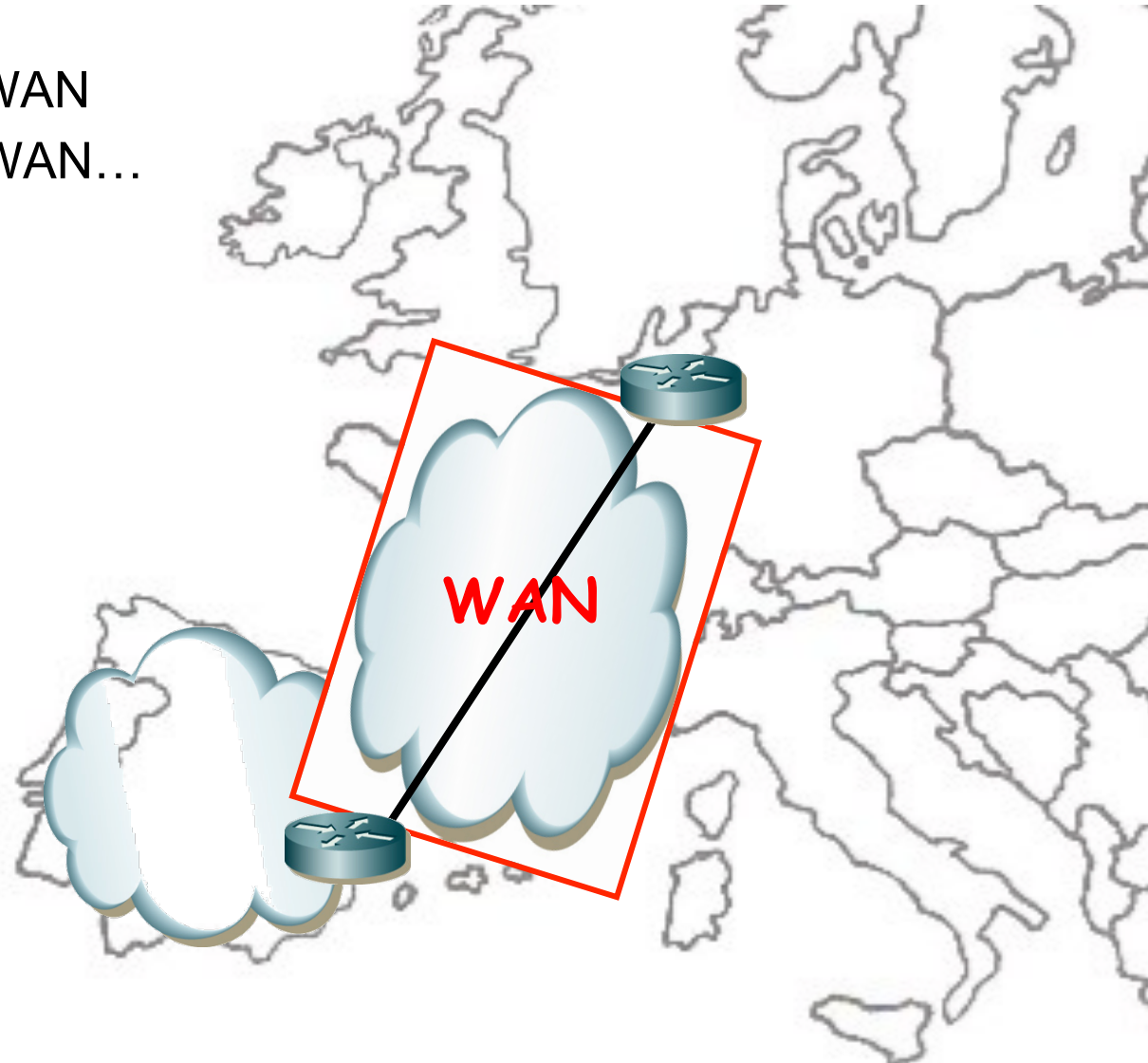
# Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN



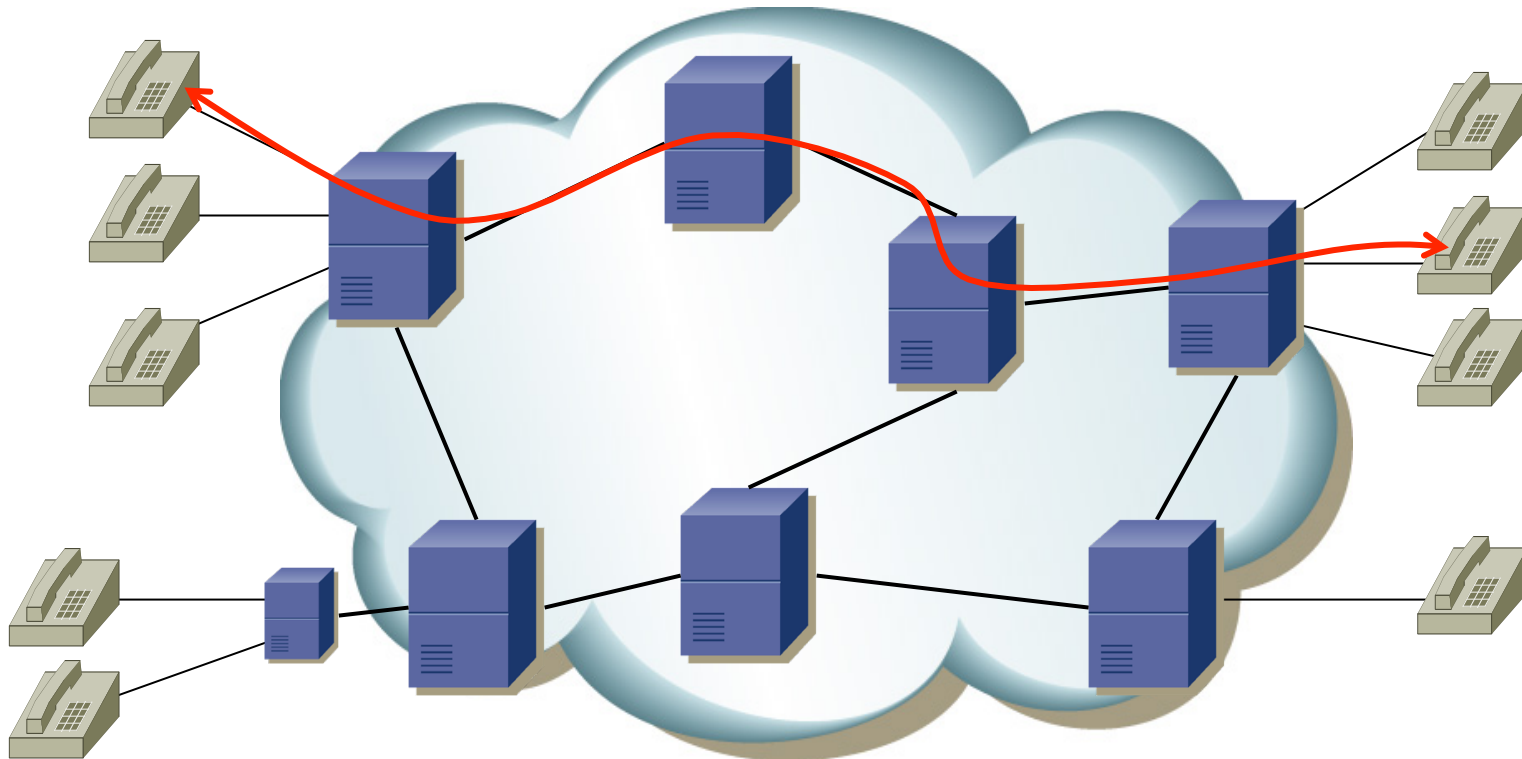
# Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN
- Origen de las WAN...



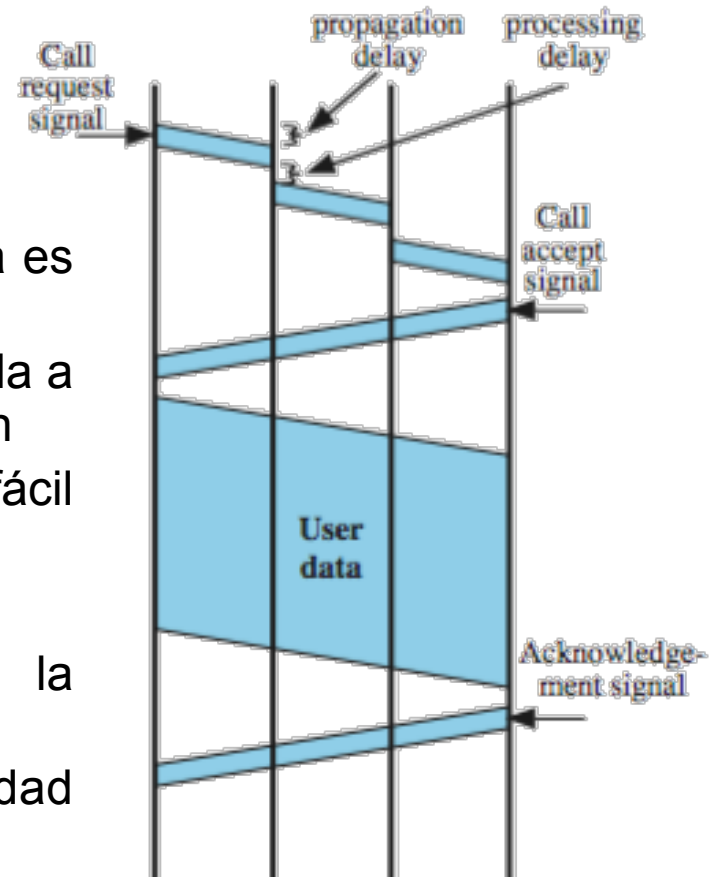
# Servicio telefónico

- *PSTN = Public Switched Telephone Network*
- Conmutación de Circuitos (...)



# Conmutación de circuitos

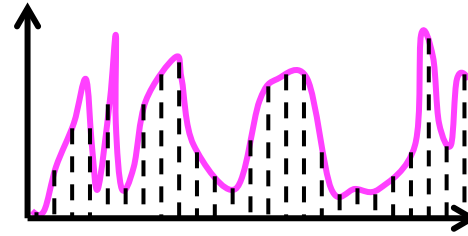
- Camino dedicado entre dos terminales
- Tres fases:
  - Establecimiento
  - Transferencia
  - Desconexión
- Ventajas
  - Una vez conectado, la transferencia es transparente
  - La capacidad del canal está asignada a la conexión durante toda su duración
  - Calidad de servicio conocida (más fácil que en conmutación de paquetes)
- Desventajas
  - Capacidad del canal asignada a la conexión durante toda su duración
  - Si no se envían datos: capacidad desperdiciada
  - Establecimiento añade retardo



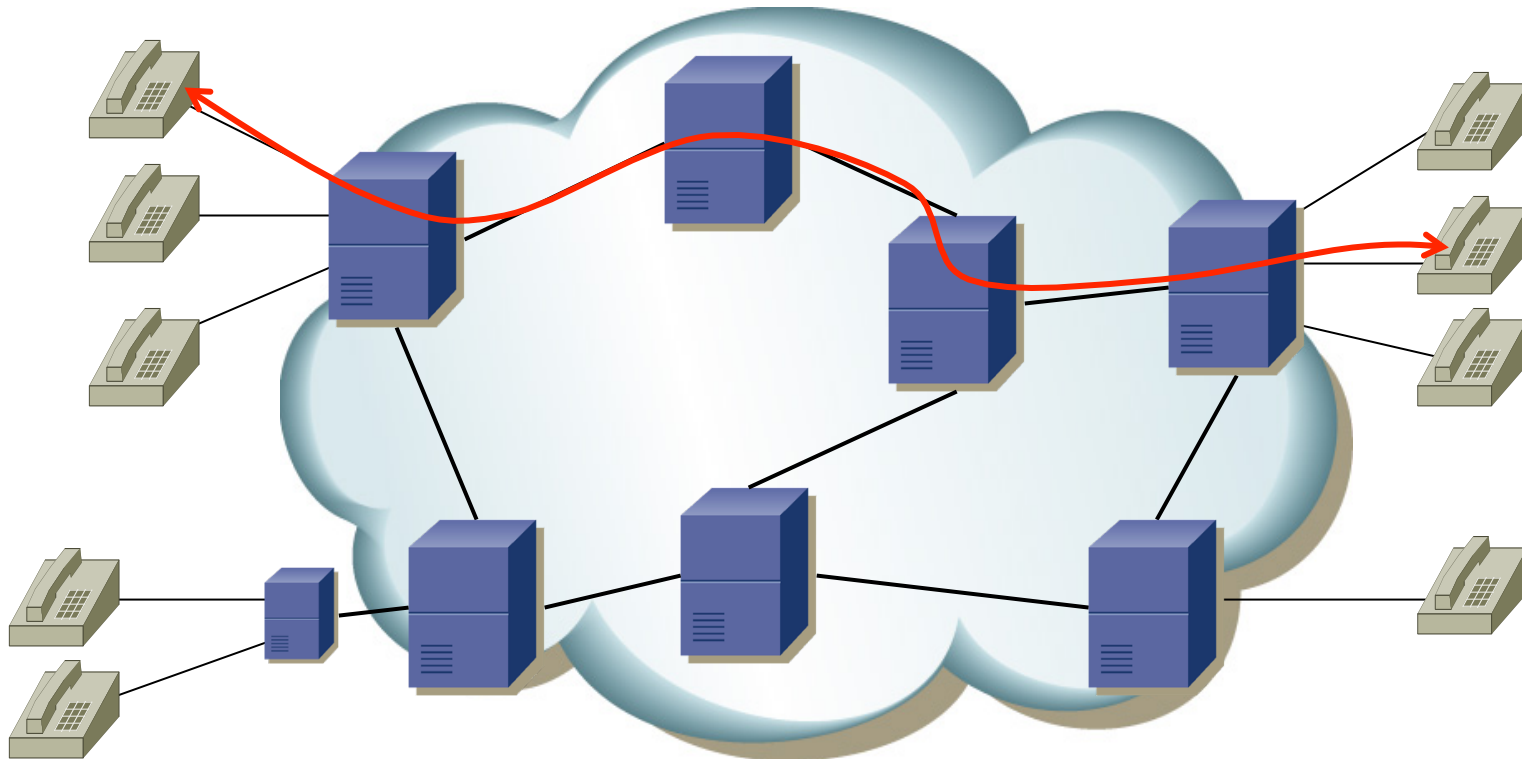


# Servicio telefónico

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

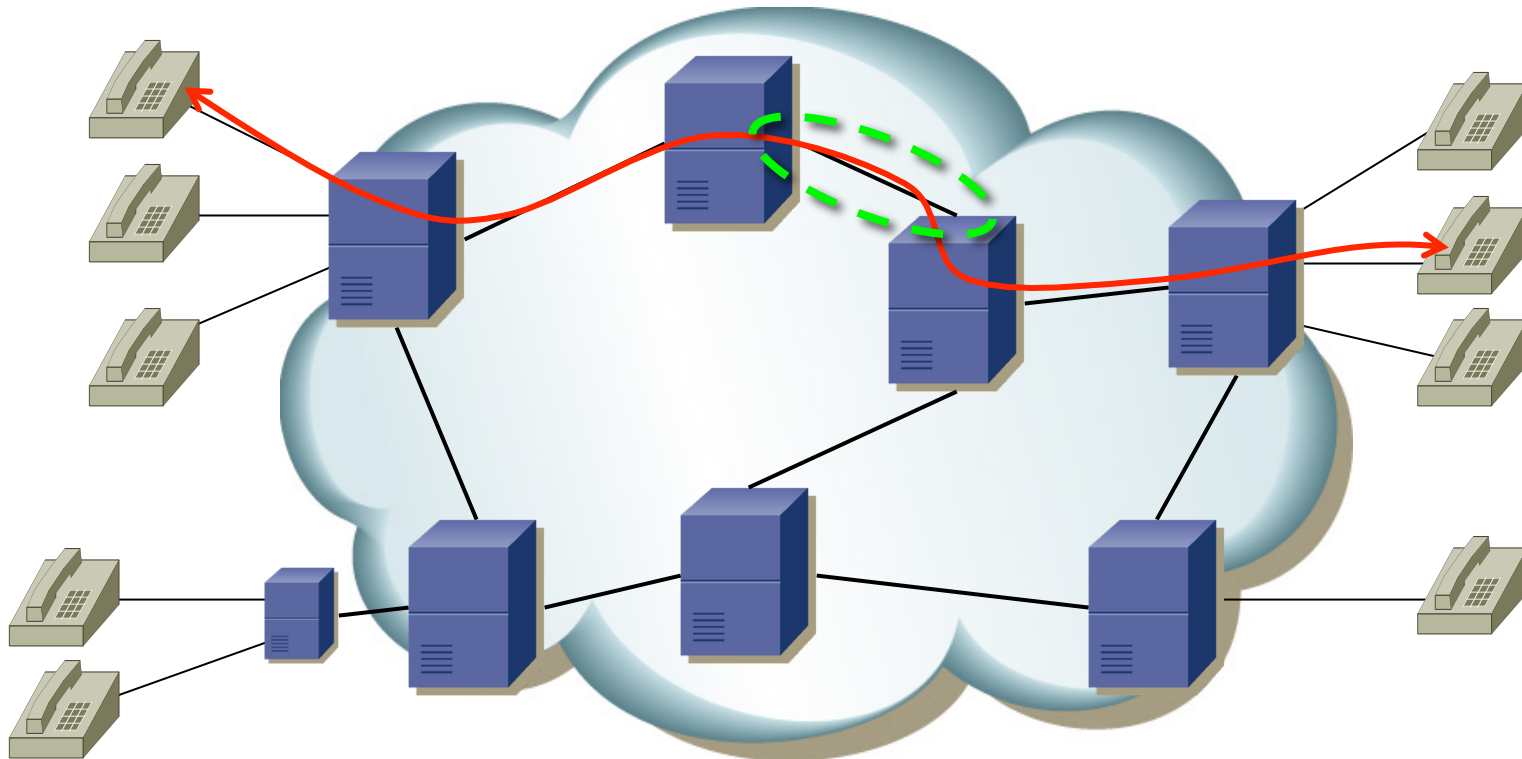


...100010001010101010110100110100100110



# Servicio telefónico

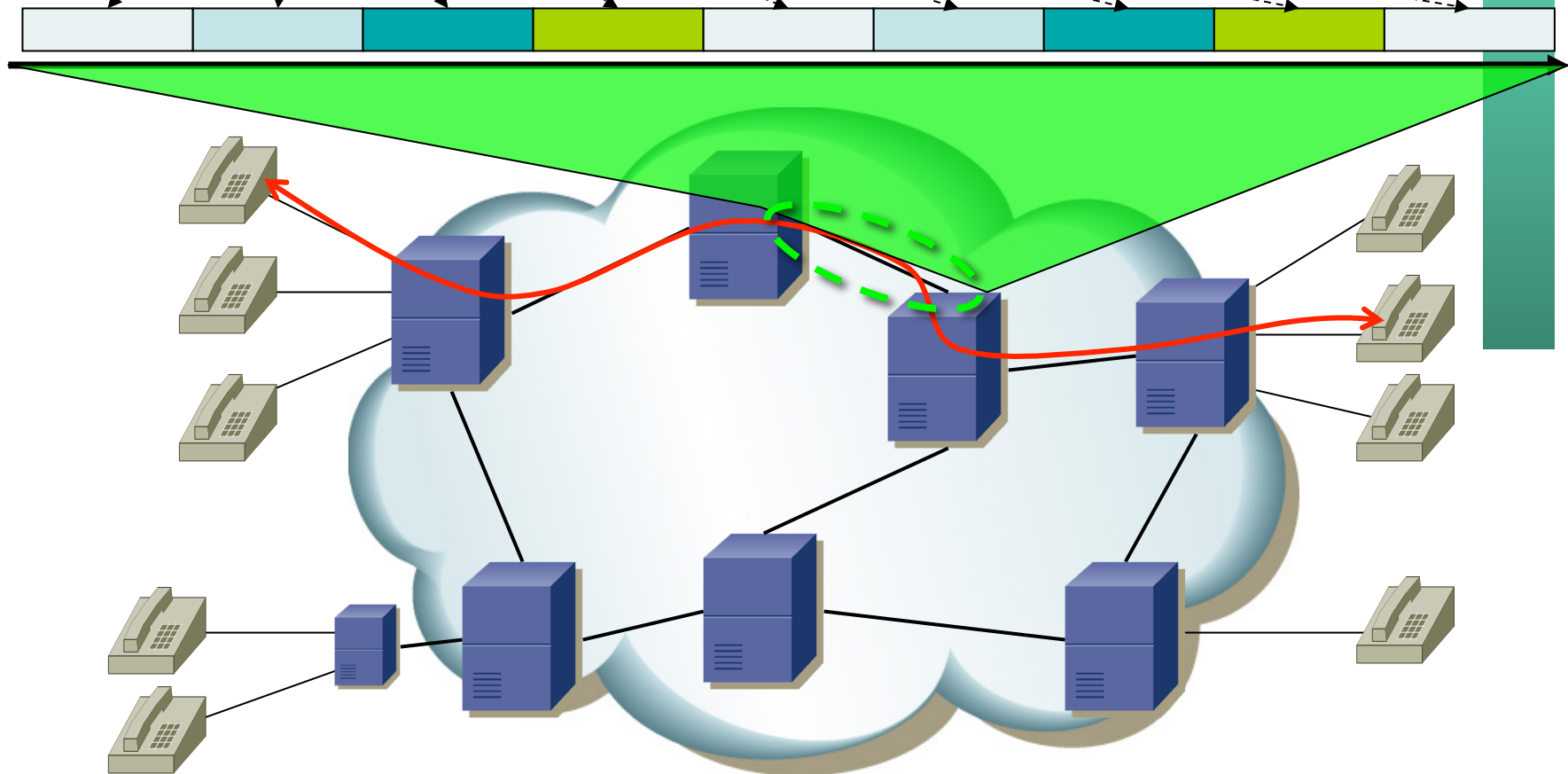
- Red de conmutación de circuitos
- Multiplexación de múltiples llamadas en las líneas troncales entre centrales (conmutadores telefónicos)



# Servicio telefónico

- *TDM = Time Division Multiplexing*

10001000101010101011101001101001001101111100000001111001010100011010000111111010101

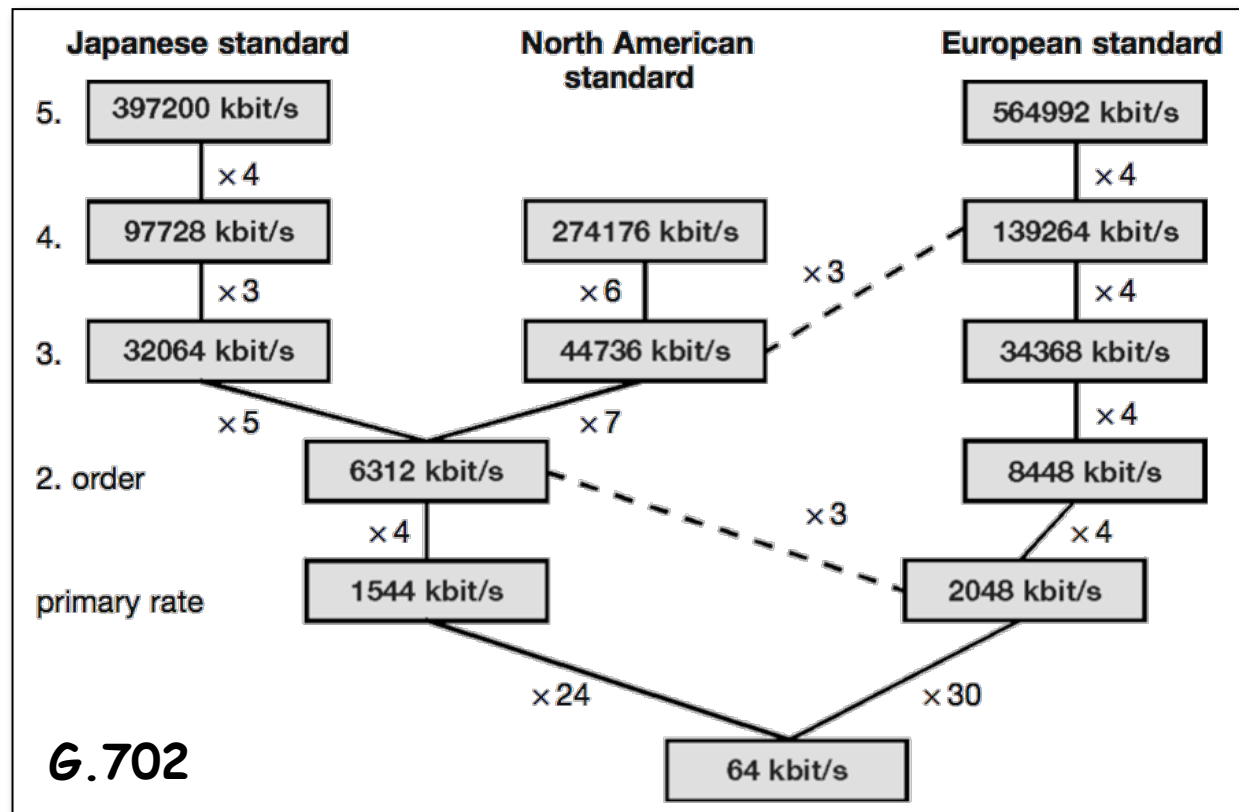


# PDH

# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

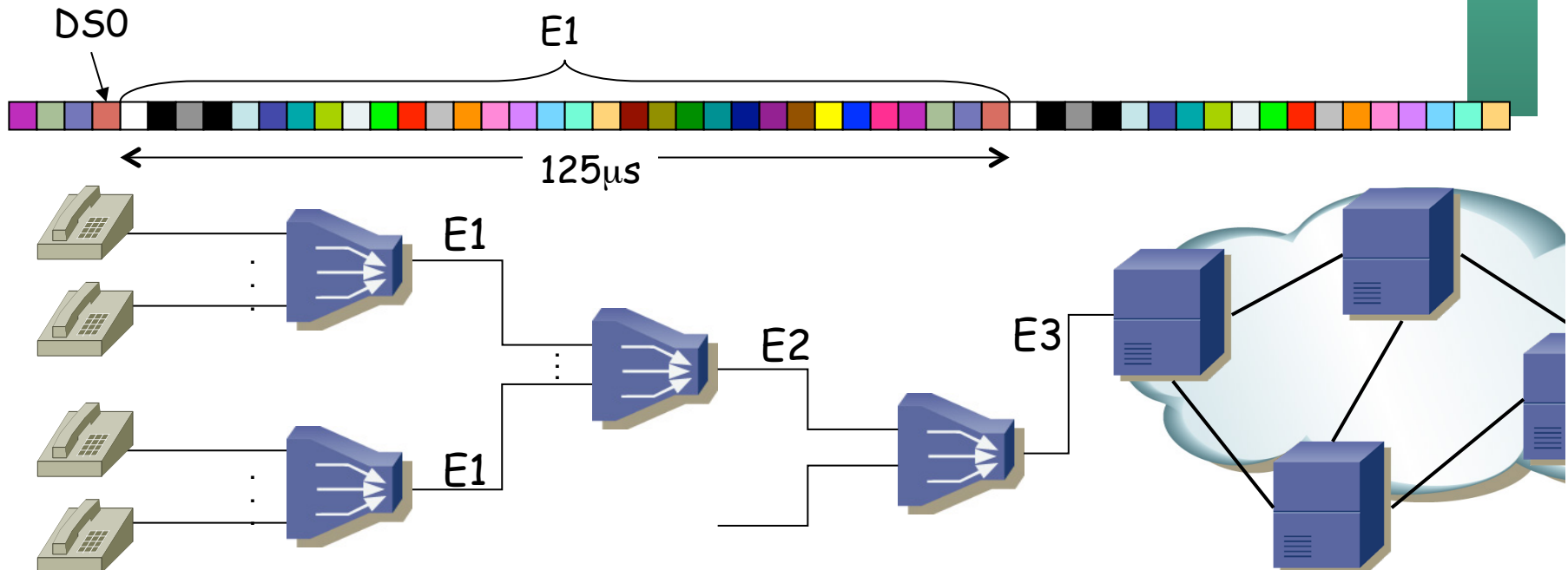
## Multiplexación TDM

- E1 (2048Kbps) = 32xE0
- E2 = 4xE1, E3 = 4xE2, E4 = 4xE3
- T1 (DS1, 1.54Mbps) = 24xDS0
- T2 = 4xT1, T3 = 7xT2
- G.701-703



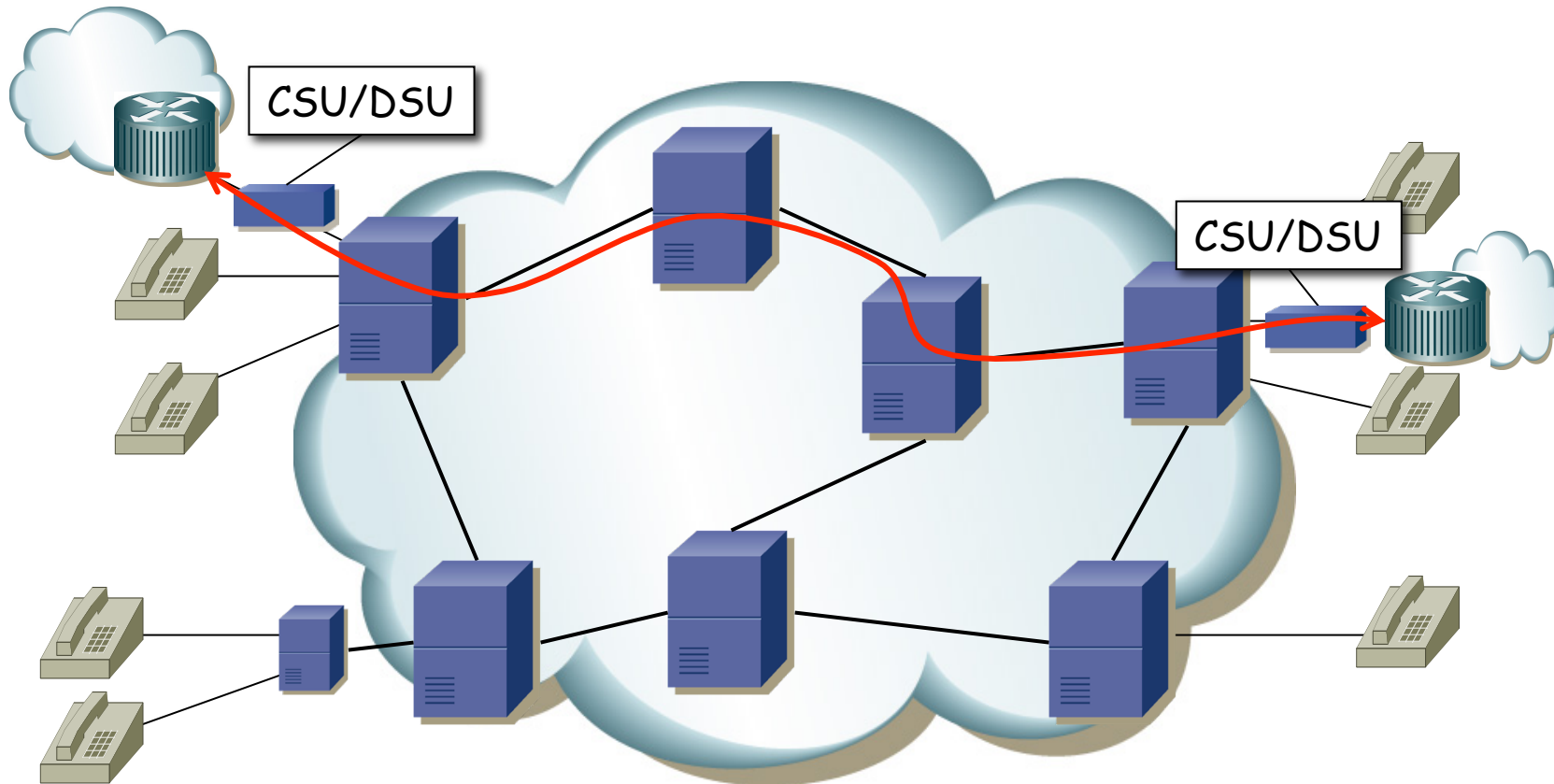
# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

- Señales plesiócronicas:
  - Las velocidades pueden sufrir desplazamientos de fase, *jitter* y *wander* pero con unos límites
  - Cada uno su propio reloj
  - Esto limita las velocidades
- E1 (2048Kbps) = 32xE0
- En trama superior a E1 no se puede identificar un E0 concreto
- Demultiplexar para extraer canales menores en la jerarquía



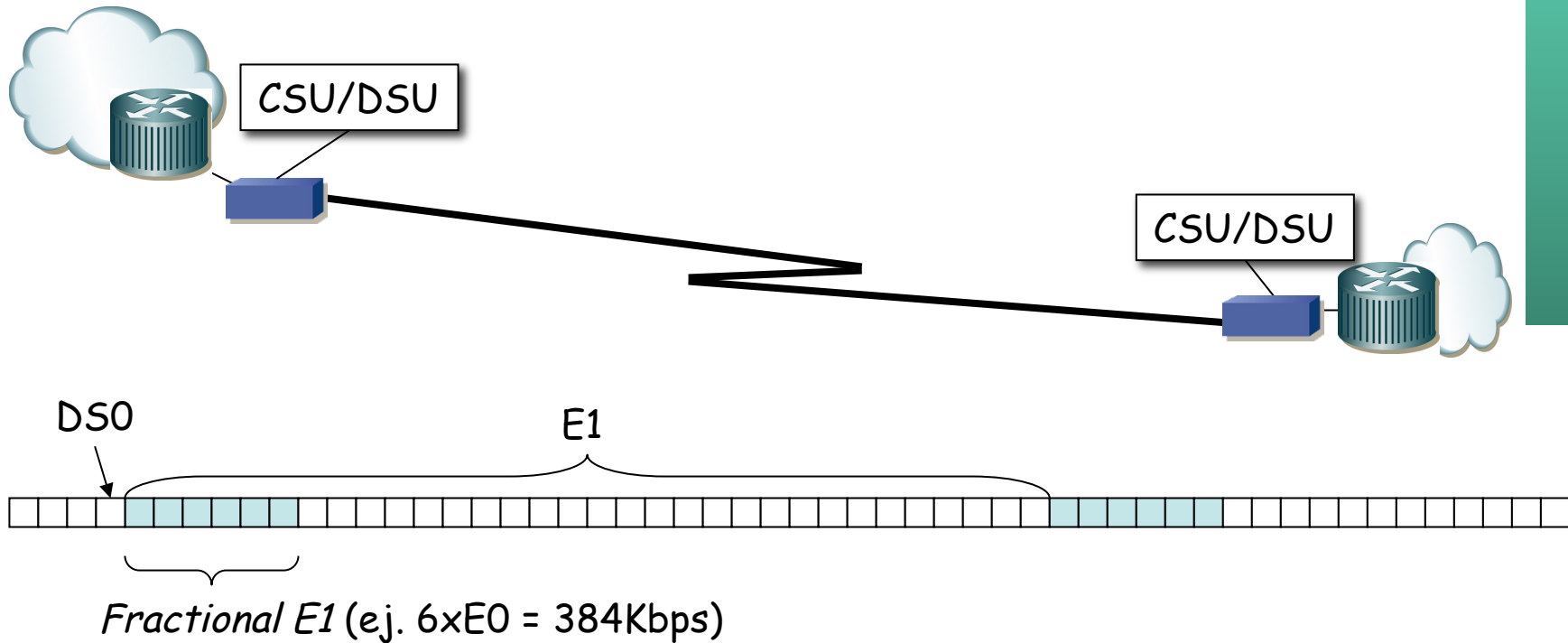
# Datos

- CSU/DSU = *Channel Service Unit / Digital Service Unit*
- Asignan los datos a un canal PDH



# Datos

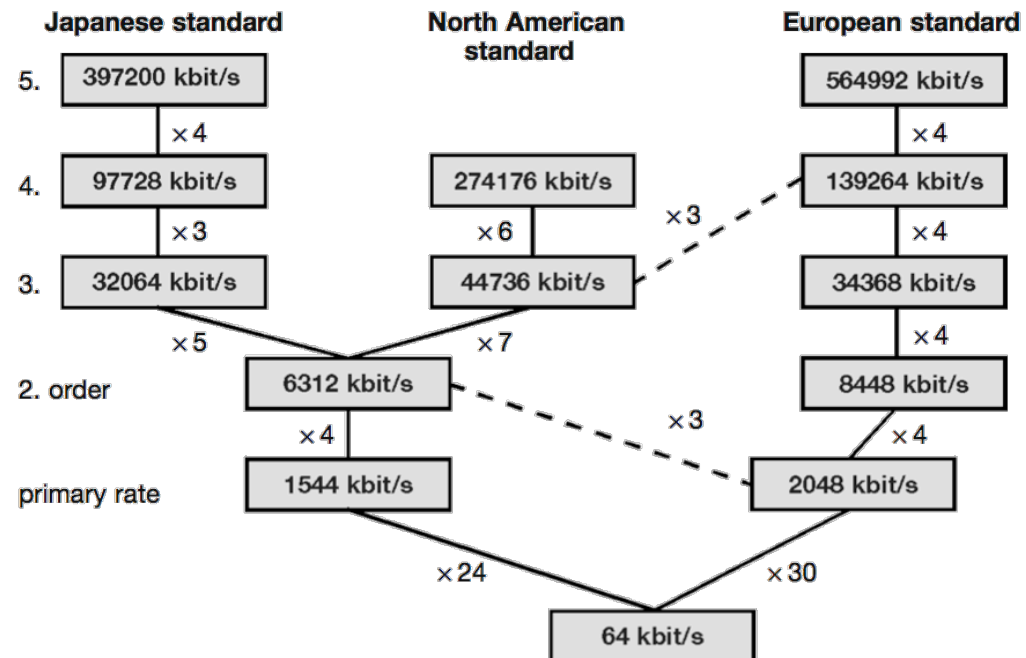
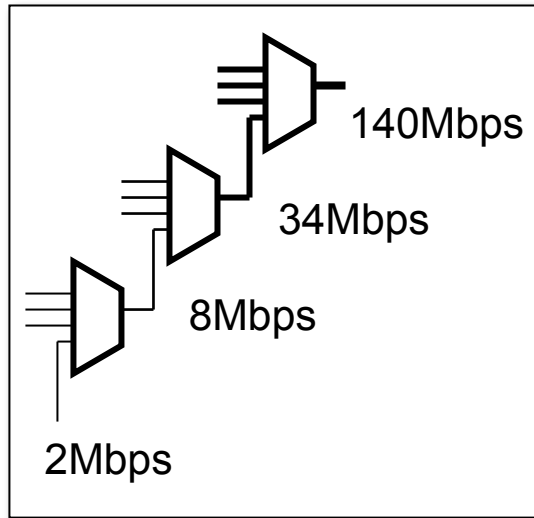
- CSU/DSU = *Channel Service Unit / Digital Service Unit*
- Asignan los datos a un canal PDH
- Puede ser un E0, un E1, un E3 o por ejemplo parte de un E1 (E1 fraccional)





# Limitaciones de PDH

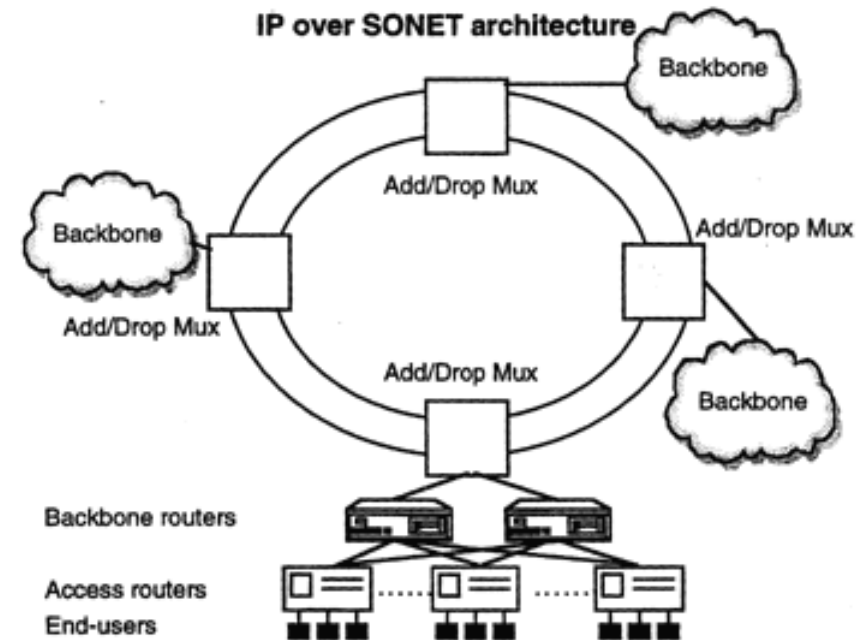
- Falta de estandarización:
  - 3 jerarquías diferentes (Europa, EE.UU., Japón)
  - Problemas de interoperatividad
  - Diferentes formatos de señales y codificaciones
- Complicado extraer una señal de menor capacidad
- Gestión y mantenimiento manual



# 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

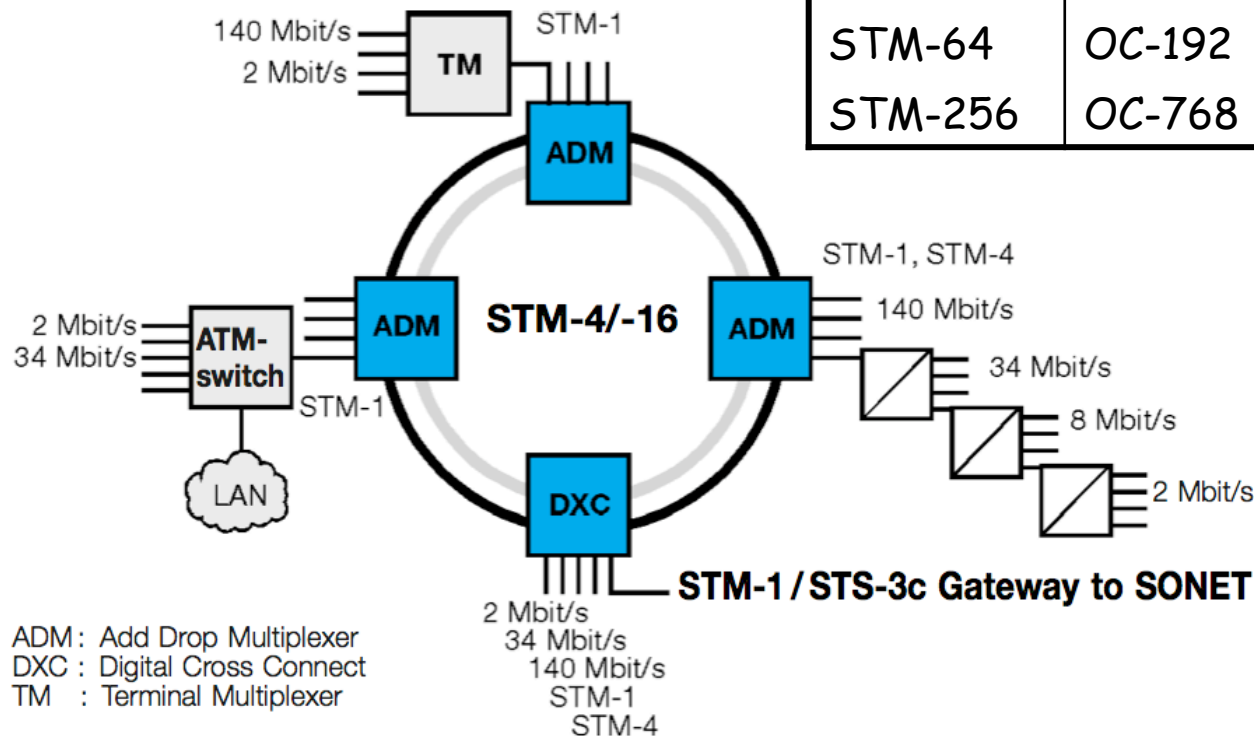
- *Synchronous Digital Hierarchy*
- Estándar del ITU (finales de los 80s, G.707)
- SONET caso particular
- En SDH la señal mínima es la de 155.52Mbps (STM-1)
- STM (*Synchronous Transport Module*), óptico o eléctrico
- Terminología:
  - *Regenerator Section, Multiplex Section, Higher Order Path*
  -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



# SONET/SDH

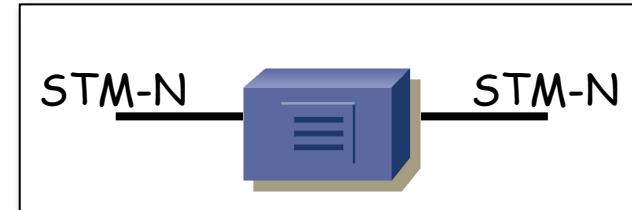
- SDH se diseñó para transportar señales de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Límite de velocidad impuesto por la tecnología, no por la falta de estándar

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



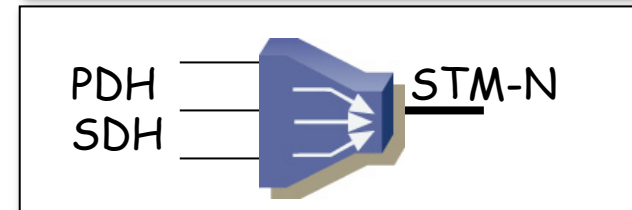
# Elementos

## Regeneradores



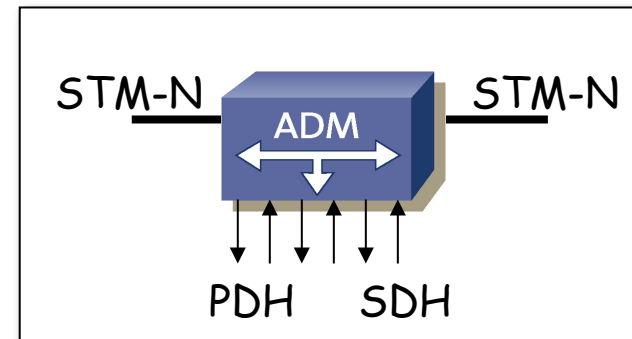
## Terminal Multiplexers (TM)

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



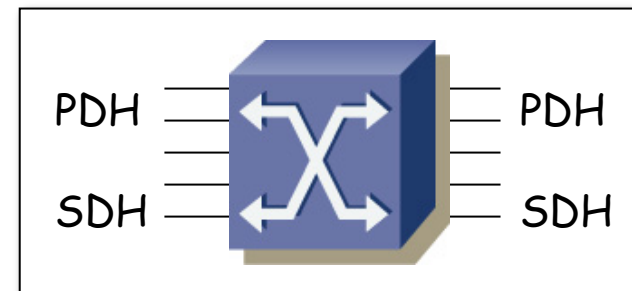
## Add-Drop Multiplexers (ADM)

- Insertan y extraen señales PDH y SDH
- Distancia entre ellos suele rondar las decenas de Km



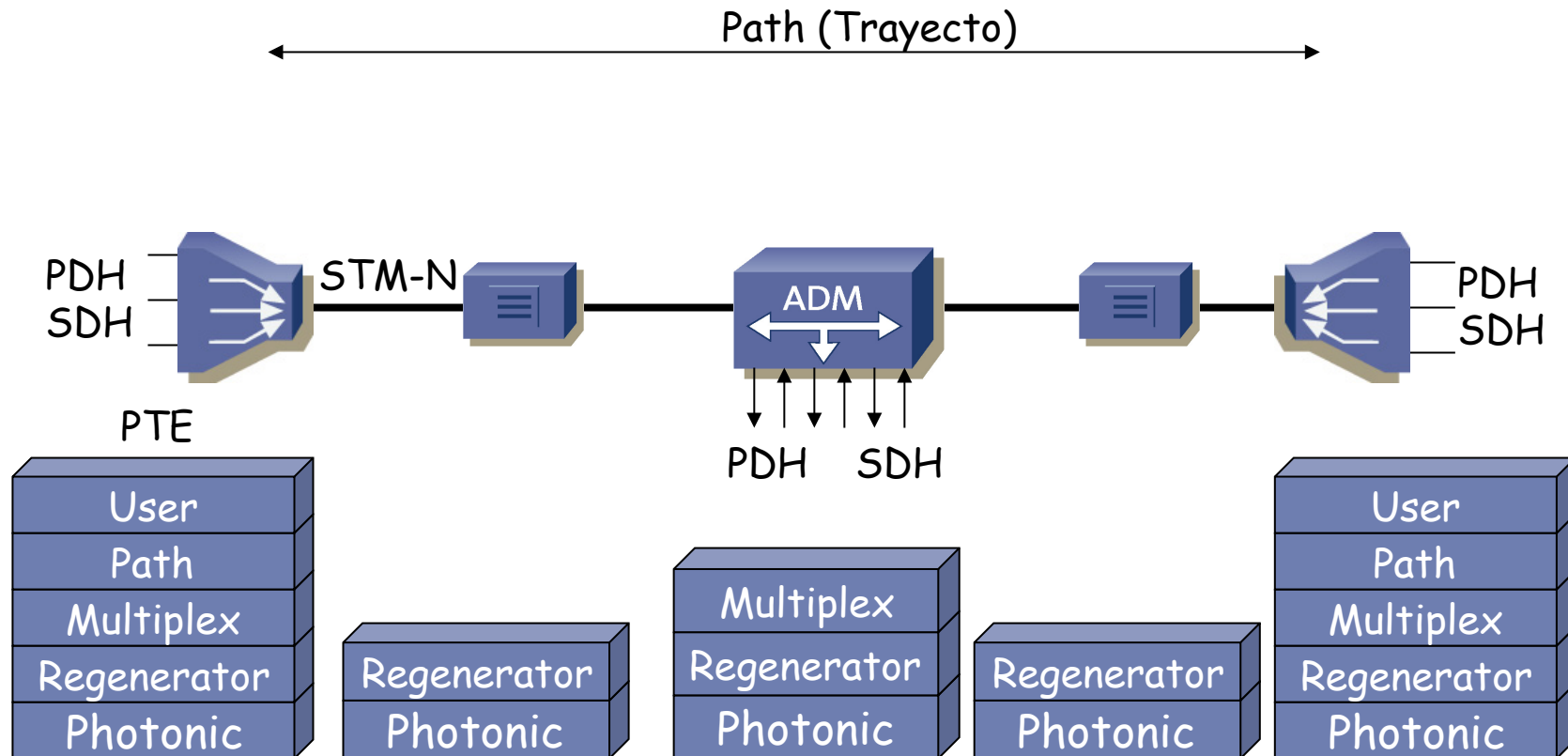
## Digital Cross-Connect (DXC)

- Conmutación, inserción y extracción de señales PDH y SDH



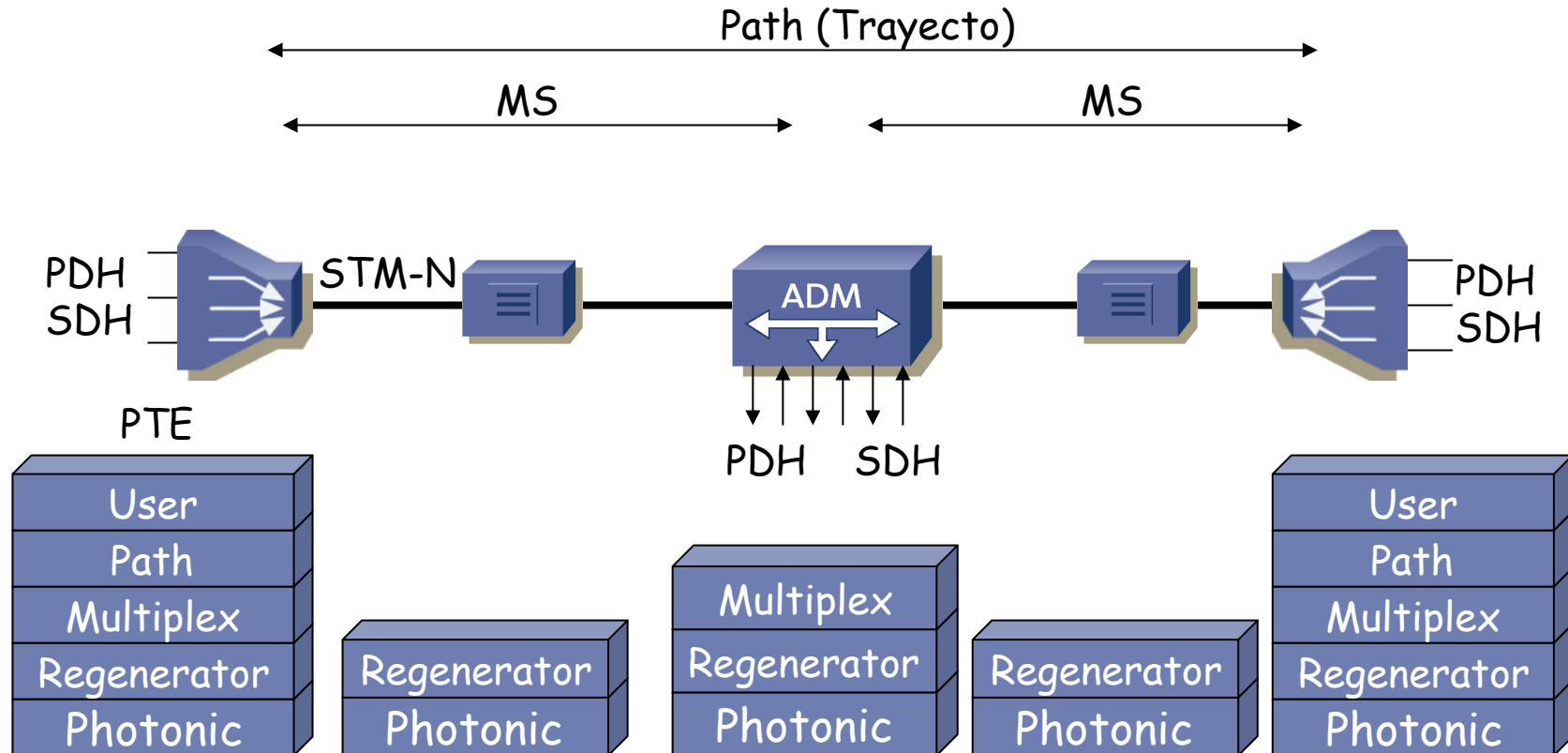
# Elementos

- **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

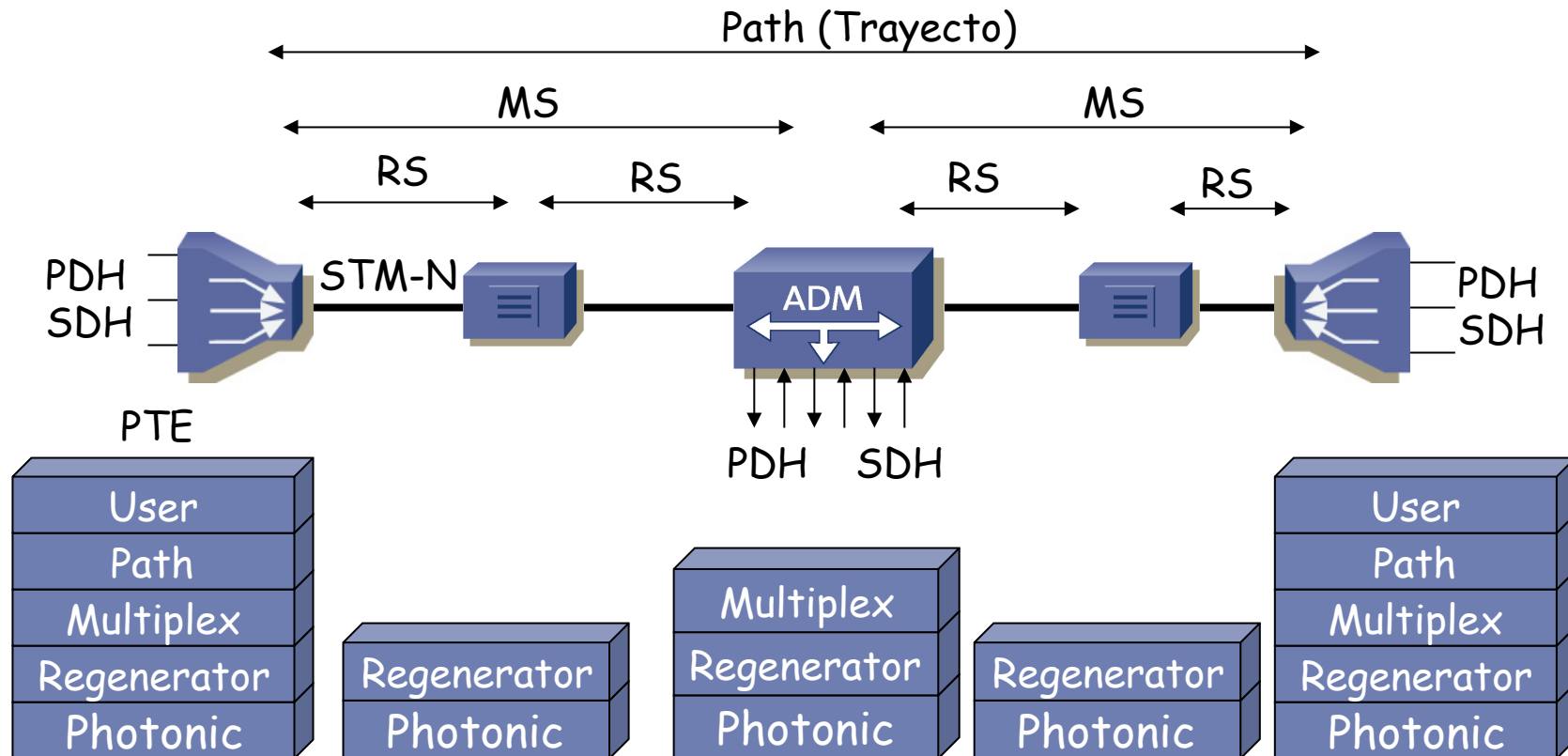
- **MSTE** : *Multiplex Section-Terminating Element*
- **MS** : Sección de Multiplexación
- Transporte de información entre dos elementos de red consecutivos
- Incluyen y extraen los bytes de *Multiplex Section OverHead* (MSOH)





# Elementos

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



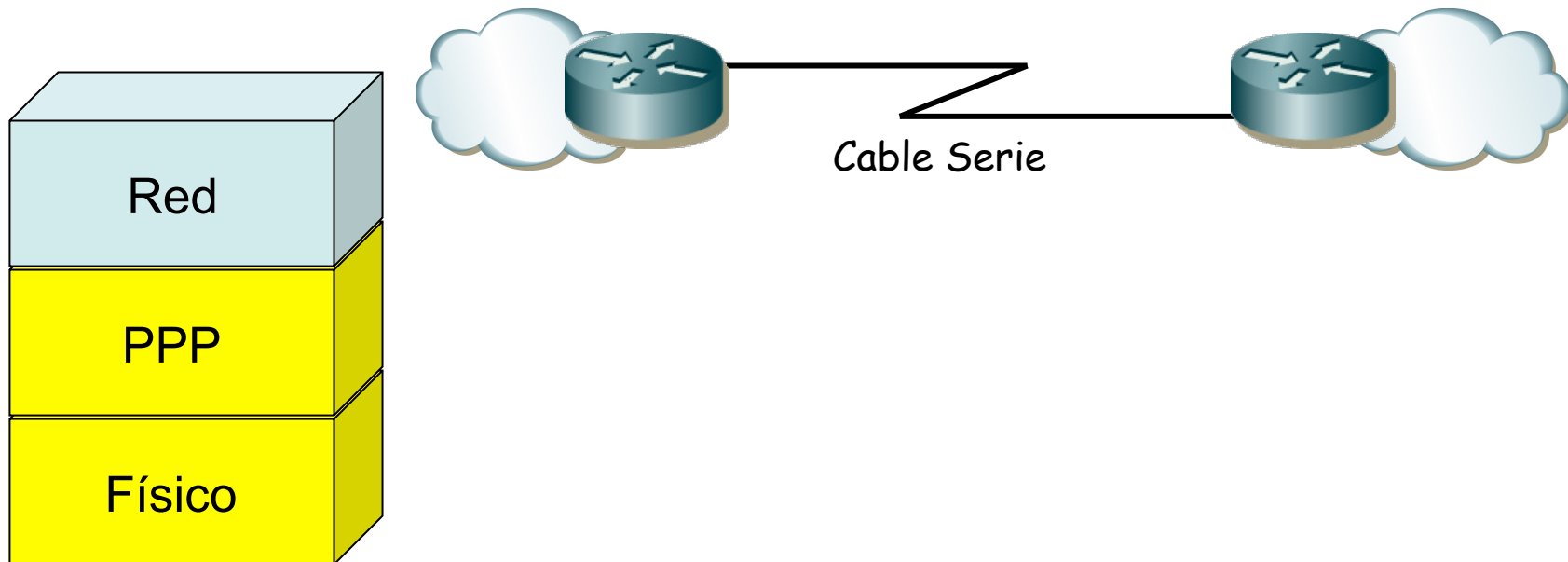


**PPP**



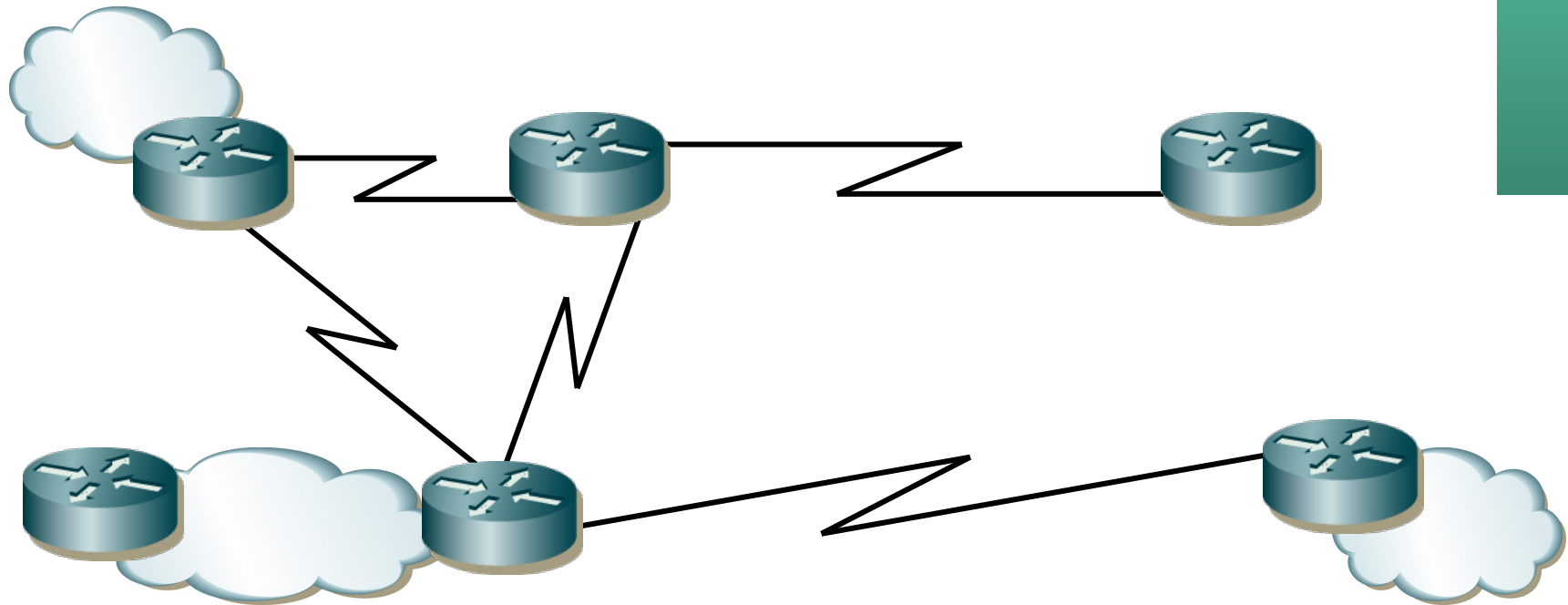
# PPP

- *Point-to-Point Protocol* (RFC 1661)
- Creado para la conexión usuario-a-red
- Empleado también en red-a-red
- Ofrece:
  - Framing
  - Protocolo de control del enlace (LCP) para establecer, configurar y comprobar el enlace de datos
  - Protocolos de control específicos para cada protocolo de red (NCP)
- Se emplea sobre enlaces full-duplex que mantienen el orden



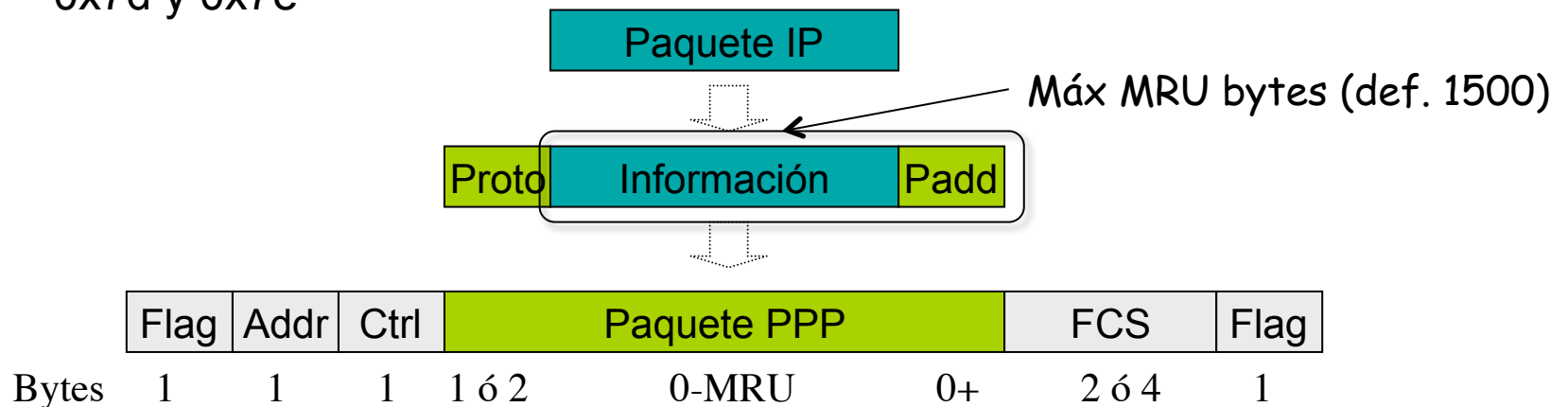
# Topologías

- Topologías formadas con enlaces punto a punto
- Los enlaces unen nodos de conmutación, normalmente de nivel de red



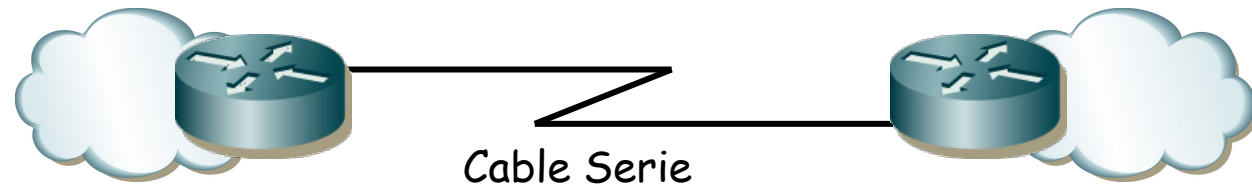
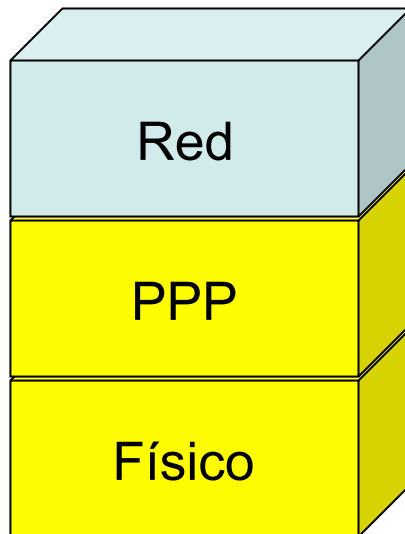
# PPP: encapsulación

- Puede transportar múltiples protocolos simultáneamente
- Marca el comienzo y final de cada trama
- Por defecto encapsulación HDLC (RFC 1662)
  - Flag (0x7e)
  - Address (solo 0xff = All-Stations)
  - Control (solo 0x03 = Unnumbered Information con bit Poll/Final a cero)
  - FCS (calculado desde el campo Address)
- Byte Stuffing
  - Carácter de escape = 0x7d
  - En la secuencia entre los Flags se escapan todos los caracteres 0x7d y 0x7e



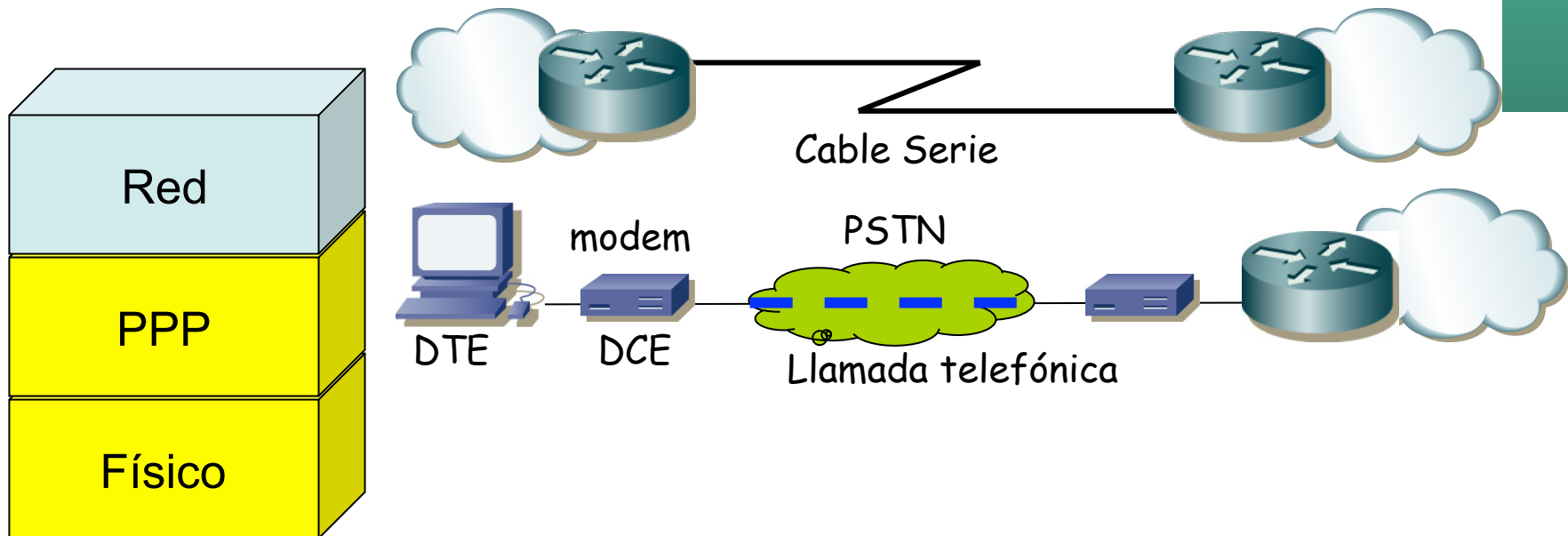
# PPP over...

- Decíamos que:
- “Se emplea sobre enlaces full-duplex que mantienen el orden”
- (...)



# PPP over...

- Decíamos que:
- “Se emplea sobre enlaces full-duplex que mantienen el orden”
- La unión serie entre los dos extremos puede ser
  - A través de moduladores/demoduladores (modems) que están ...
  - Usando la PSTN (*Public Switched Telephone Network*)



# Resumen

- WANs comúnmente de conmutación de circuitos
- PSTN como primer WAN
- PDH para el transporte de voz digital multiplexada
- SDH para altas velocidades y transportar PDH
- Velocidades concretas, múltiplo unas de otras
- Encapsulado PPP para el transporte de datos sobre una línea punto a punto