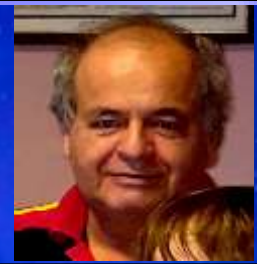


8

IP/ATM SOBRE SDH



Objetivo

- Describir el modelo IP/ATM, el cual superpone una topología virtual de routers IP (topología lógica Capa 3) sobre una topología real de switches ATM (topología física Capa 2).

Manual de clases

Tema 8 de:
REDES WAN

Edison Coimbra G.

Última modificación:
14 de abril de 2023

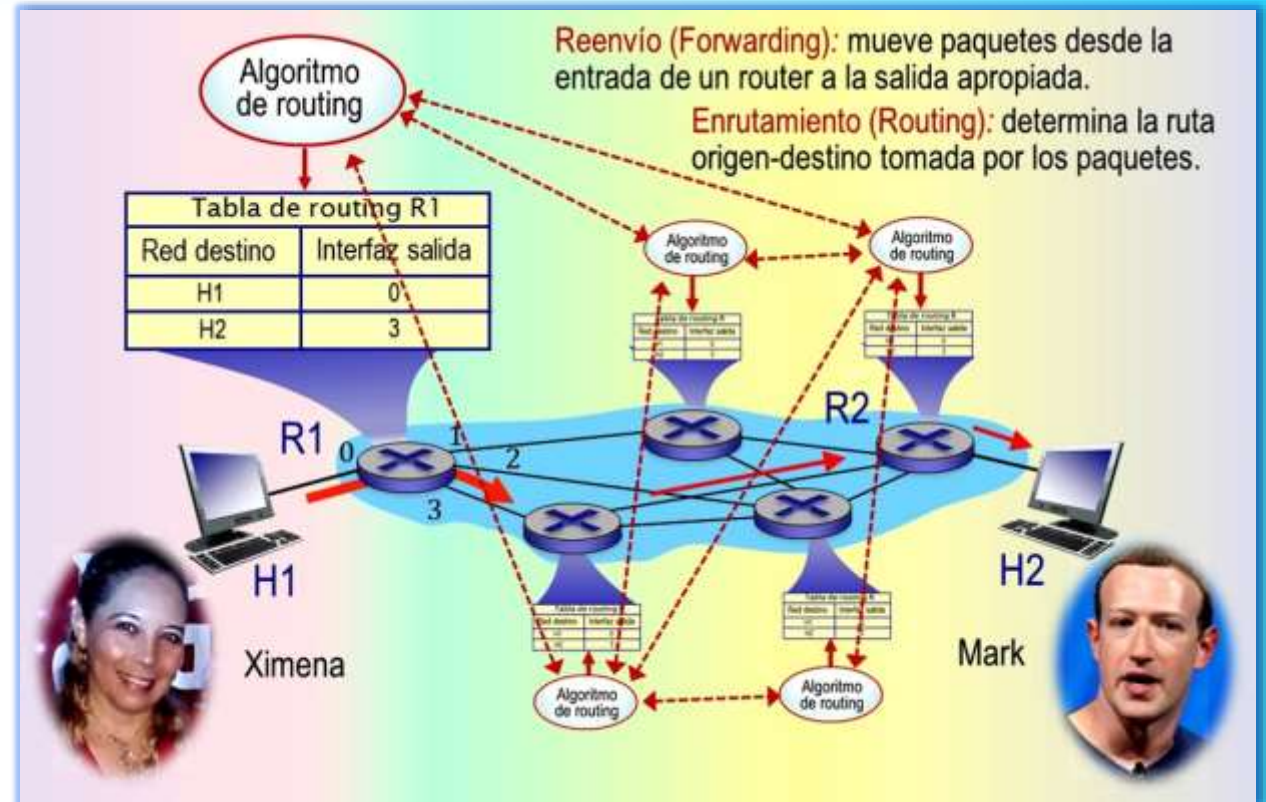
1. ANTECEDENTES

IP/ATM SOBRE SDH

Funciones del protocolo IP

(Kurose, 2017)

- **A mediados de 1990**, el Protocolo IP fue conquistando terreno como protocolo de red ante otras arquitecturas que se encontraban en uso como SNA, IPX, AppleTalk, OSI, etc.
- **El protocolo IP** permite realizar dos importantes funciones en la capa de red, con base en las direcciones IP y la creación de tablas de reenvío:
 - ▶ **1. El reenvío** (*Forwarding*) hace referencia a la acción local que realiza un router al transferir un paquete desde la interfaz de un enlace de entrada a la interfaz del enlace de salida apropiada. Para ello, el router examina en su **tabla de reenvío** la salida que le corresponde a la red de destino.
 - ▶ **2. El enrutamiento** (*routing*) hace referencia a al proceso que realiza la red en conjunto para determinar las rutas, terminal a terminal, que los paquetes siguen desde el origen al destino. Internet dispone de una serie de **algoritmos de routing** (protocolos) que determinan los valores que se introducen en las tablas de reenvío de los routers.
 - Un **algoritmo de routing** puede determinar la ruta más corta desde cada router hasta cada destino y usar esas rutas más cortas para configurar las tablas de reenvío en los routers. Ejemplo de algoritmos son: RIP, OSPF, IGRP, IS-IS.



El crecimiento de Internet

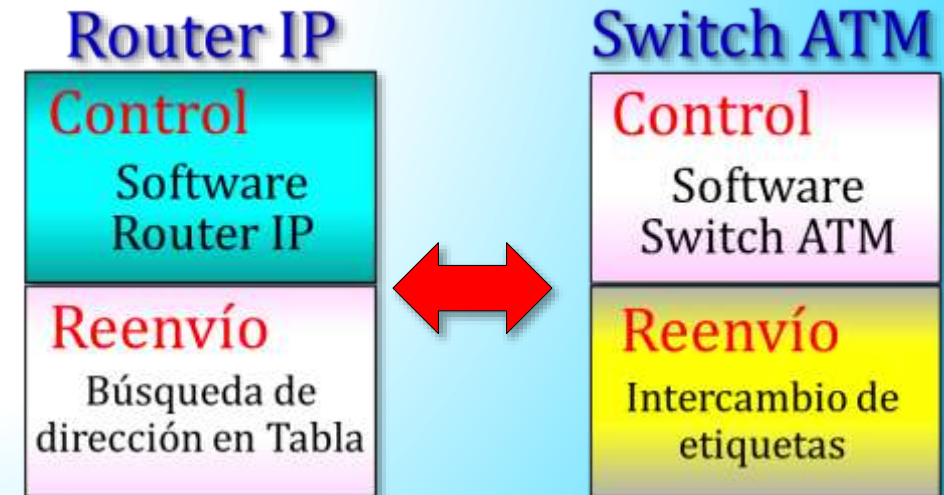
(Forouzan, 2020)

- **El crecimiento de Internet** generó un déficit de ancho de banda. Los backbone de los ISP consistían en routers conectados por líneas dedicadas, las cuales se saturaban. La respuesta fue (1) el **incremento** del número de enlaces y de la capacidad de los enlaces y (2) el **uso eficaz** del ancho de banda con protocolos de routing basados en métricas del menor número de saltos.
- **Sin embargo**, dichos esfuerzos no resultaron ser efectivos para enfrentar el crecimiento de Internet. Había que idear otra opción de ingeniería de tráfico.

La solución

Aumentar el rendimiento de los router tradicionales.

- **Ello se** consigue combinando:
 - ▶ **1. La capacidad de los Routers IP** en el control IP y reenvío de paquetes en la capa de red (capa 3).
 - ▶ **2. La eficacia de los Switch ATM** en el control y señalización y reenvío de celdas a través del intercambio de etiquetas en la capa de enlace (capa 2).

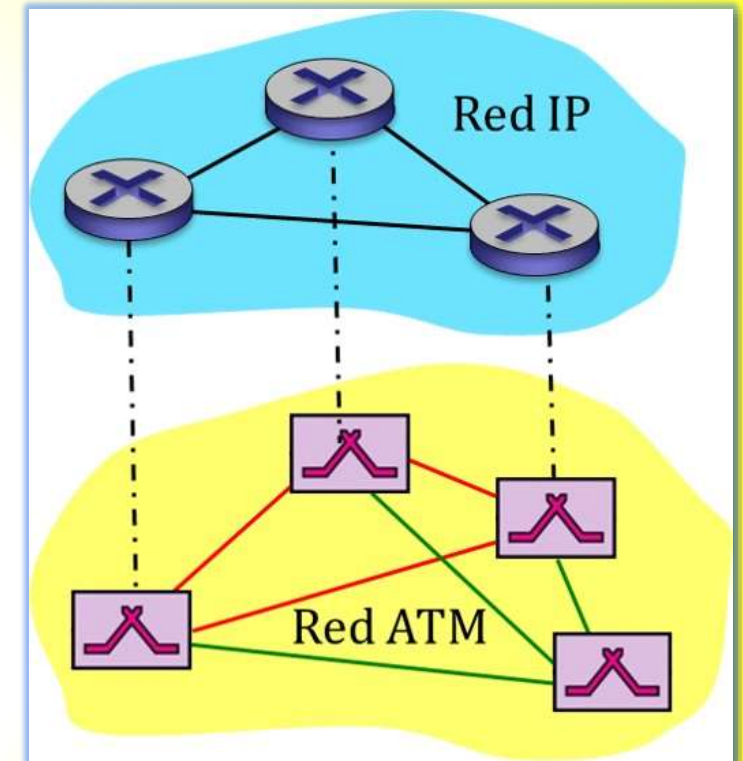


2. MODELO IP SOBRE ATM

IP/ATM SOBRE SDH

Beneficios de superponer IP sobre ATM

- **Las redes ATM** ofrecen una buena solución a los problemas de crecimiento de los proveedores de servicio de red. Entre las ventajas están: mayores velocidades, **155 Mbps**, y soluciones de **ingeniería de tráfico**, gracias a los **circuitos virtuales VC**.
- **Por ello**, para la provisión de **servicios IP** y de **conexión a Internet** al por mayor, se planteó el modelo **IP sobre ATM** (IP/ATM), ganando muy pronto adeptos entre la comunidad de los proveedores de servicios de red, a la vez que facilitó la entrada de los operadores telefónicos en la provisión de dichos servicios (alrededor del año 2000).
- **Los beneficios** de superponer IP sobre ATM son los siguientes:
 - ▶ **1. Se aprovecha la infraestructura** ATM existente, ATM funcionando sobre SDH, obteniendo así un ancho de banda a precios competitivos.
 - ▶ **2. Se obtiene la rapidez** en el transporte de datos proporcionada por los switches ATM.



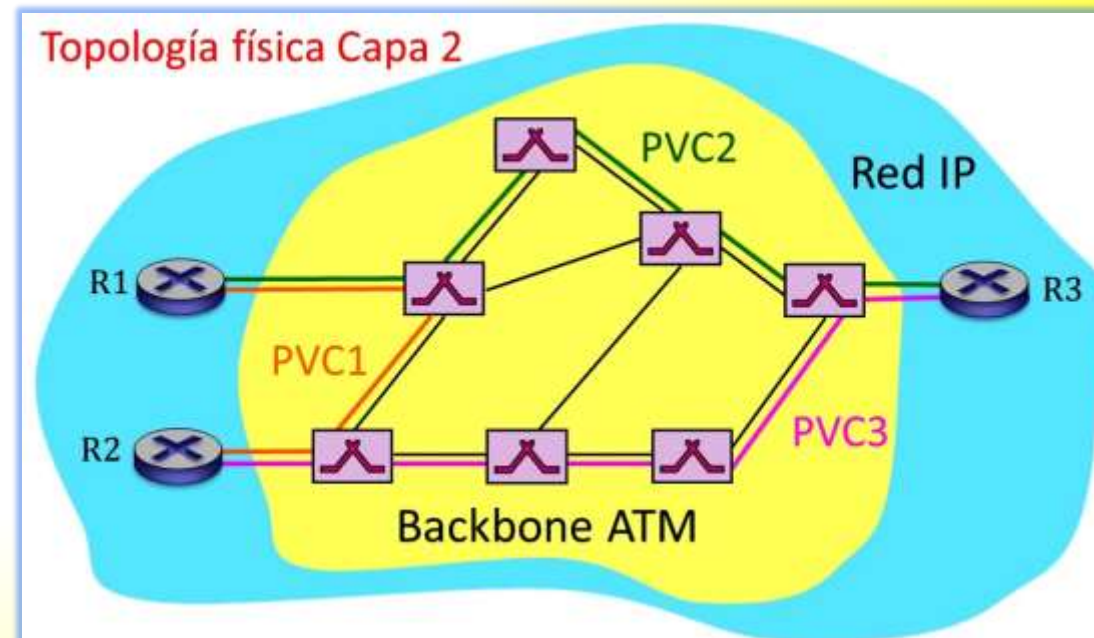
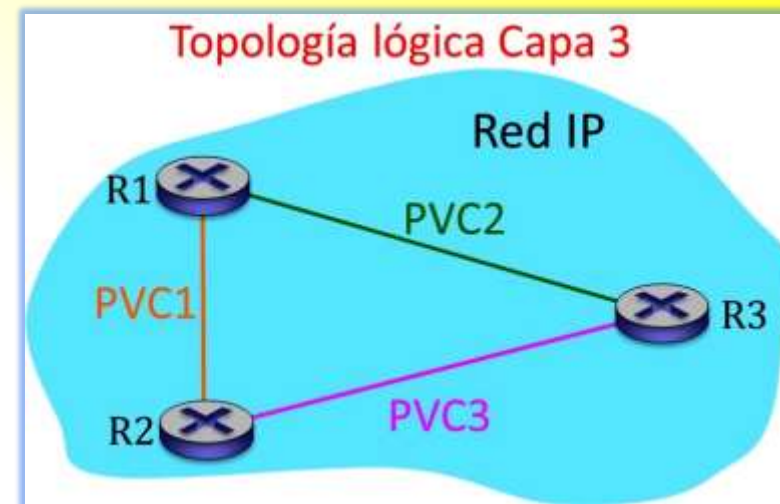
Modelo IP sobre ATM

IP/ATM SOBRE SDH

¿Cuál es la idea de sobreponer IP sobre ATM?

(Forouzan, 2020)

- El **modelo IP/ATM** superpone una topología virtual de routers IP (topología lógica Capa 3) sobre una topología real de switches ATM (topología física Capa 2).
- **Cada router** se comunica con el resto mediante los circuitos virtuales permanentes (PVC) que se establecen sobre la topología física de la red ATM. Los routers desconocen la topología real de la infraestructura ATM que sustenta los PVC.
- Los **PVC** son circuitos lógicos (Capa 3) que proporcionan la conectividad necesaria entre los routers de la periferia. Son como enlaces punto a punto.
- El **backbone ATM** se presenta como una nube central rodeada por los routers de la periferia.

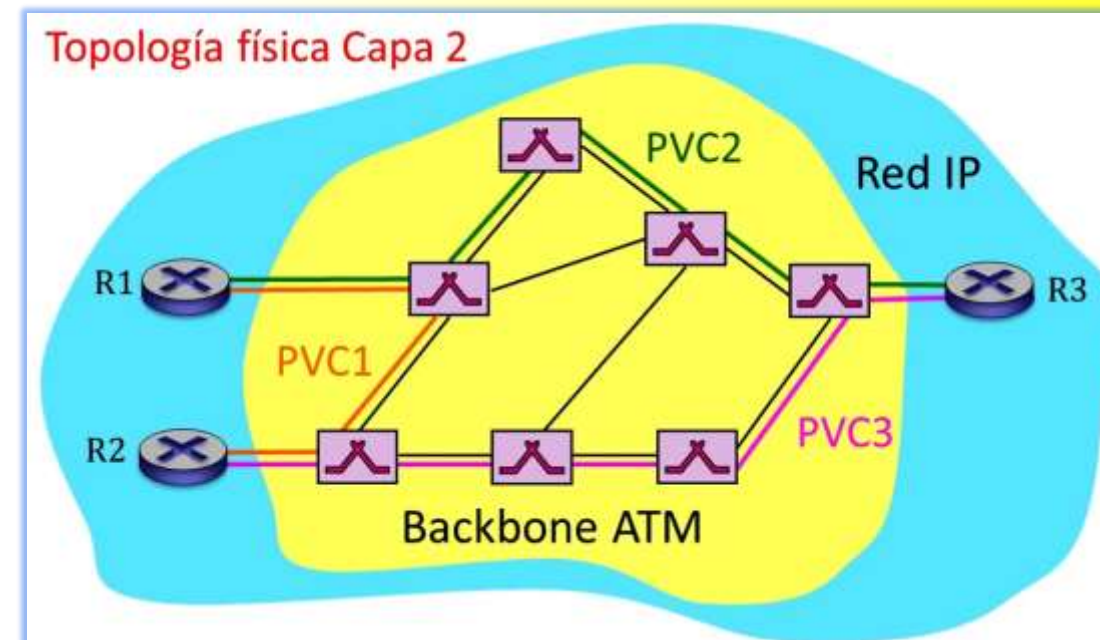
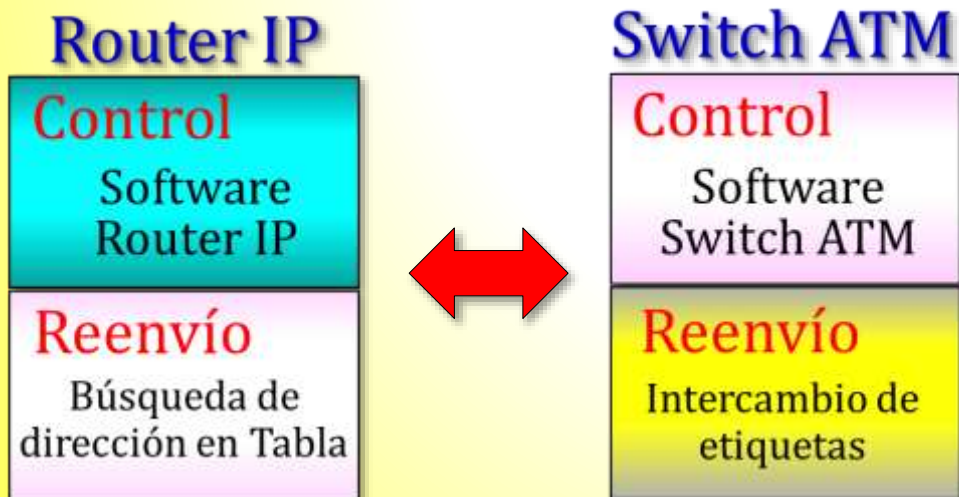


Modelo IP sobre ATM

IP/ATM SOBRE SDH

¿Cómo funciona IP/ATM?

- **La base del modelo IP/ATM** está en la potencialidad de ATM que es el reenvío de celdas a través del intercambio de etiquetas que se realiza en los switches ATM (Capa 2).
- **El modelo IP/ATM** separa cada una de las funciones:
 - ▶ **Routing IP** en la Capa 3 (control y reenvío de paquetes).
 - ▶ **Switching ATM** la Capa 2 (control/señalización e intercambio y reenvío de celdas).

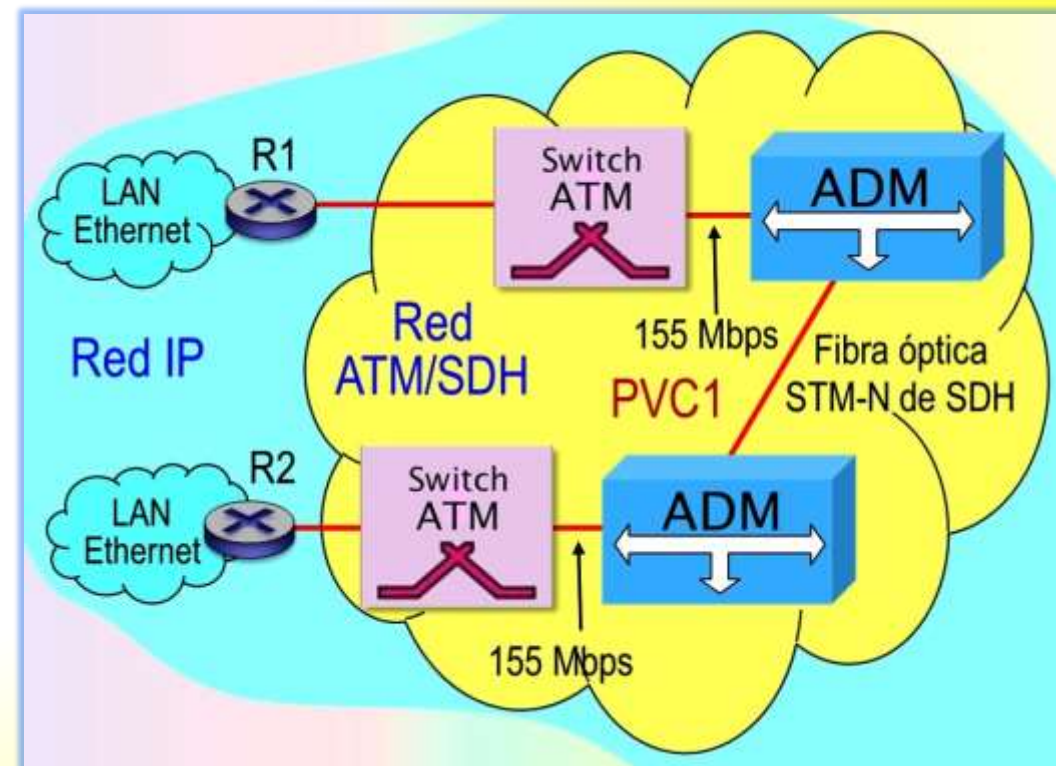
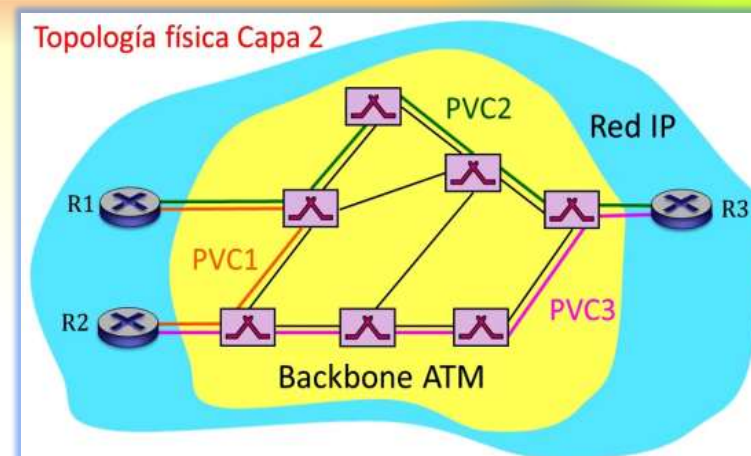


Modelo IP sobre ATM

IP/ATM SOBRE SDH

Características de IP/ATM

- **En resumen**, la potencia del modelo IP/ATM está en la infraestructura ATM del backbone: **switches ATM** y **enlaces SDH**. El papel de los routers IP queda relegado a la periferia, al estar basado su funcionamiento por software.
- **El punto de encuentro** entre IP y ATM está en el acoplamiento de las **interfaces** de los routers con los PVC, a través de los cuales, los routers intercambian información de routing (protocolos OSPF, EIGRP).
- **Aunque se trata** de una misma infraestructura física, en realidad existen **dos redes separadas**, con diferentes tecnologías, diferentes funcionamiento y, concebidas para dos finalidades distintas.
- **Esto significa** que se deben gestionar 2 redes diferentes, **una infraestructura ATM/SDH** y una **red lógica IP** superpuesta, lo que supone a los proveedores de servicio mayor costo en la gestión global de sus redes.

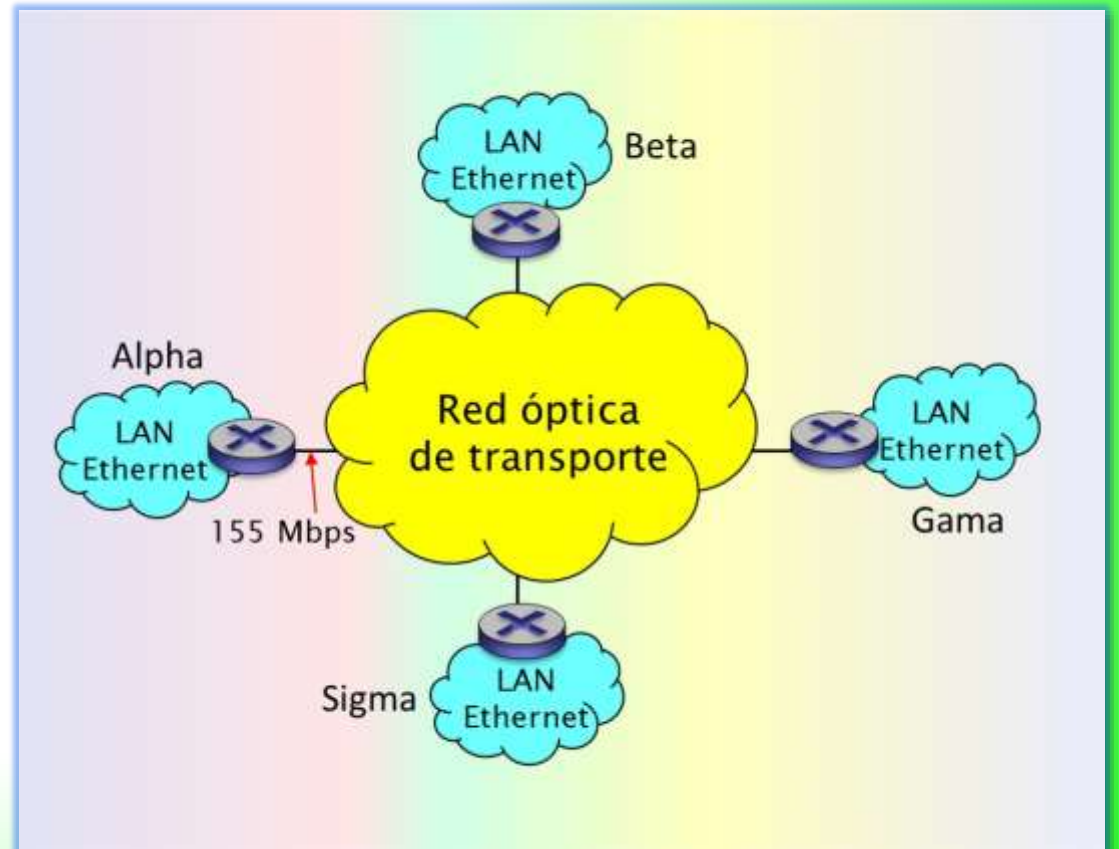


3. IP/ATM SOBRE SDH

IP/ATM SOBRE SDH

Ejemplo IP/ATM sobre SDH

- **Ejemplo 1.** Se requiere interconectar cuatro redes LAN Ethernet mediante routers y enlaces de 155 Mbps, full dúplex entre ellos, utilizando una topología en anillo óptico. Las redes LAN se encuentran ubicadas en distintos puntos de la ciudad.

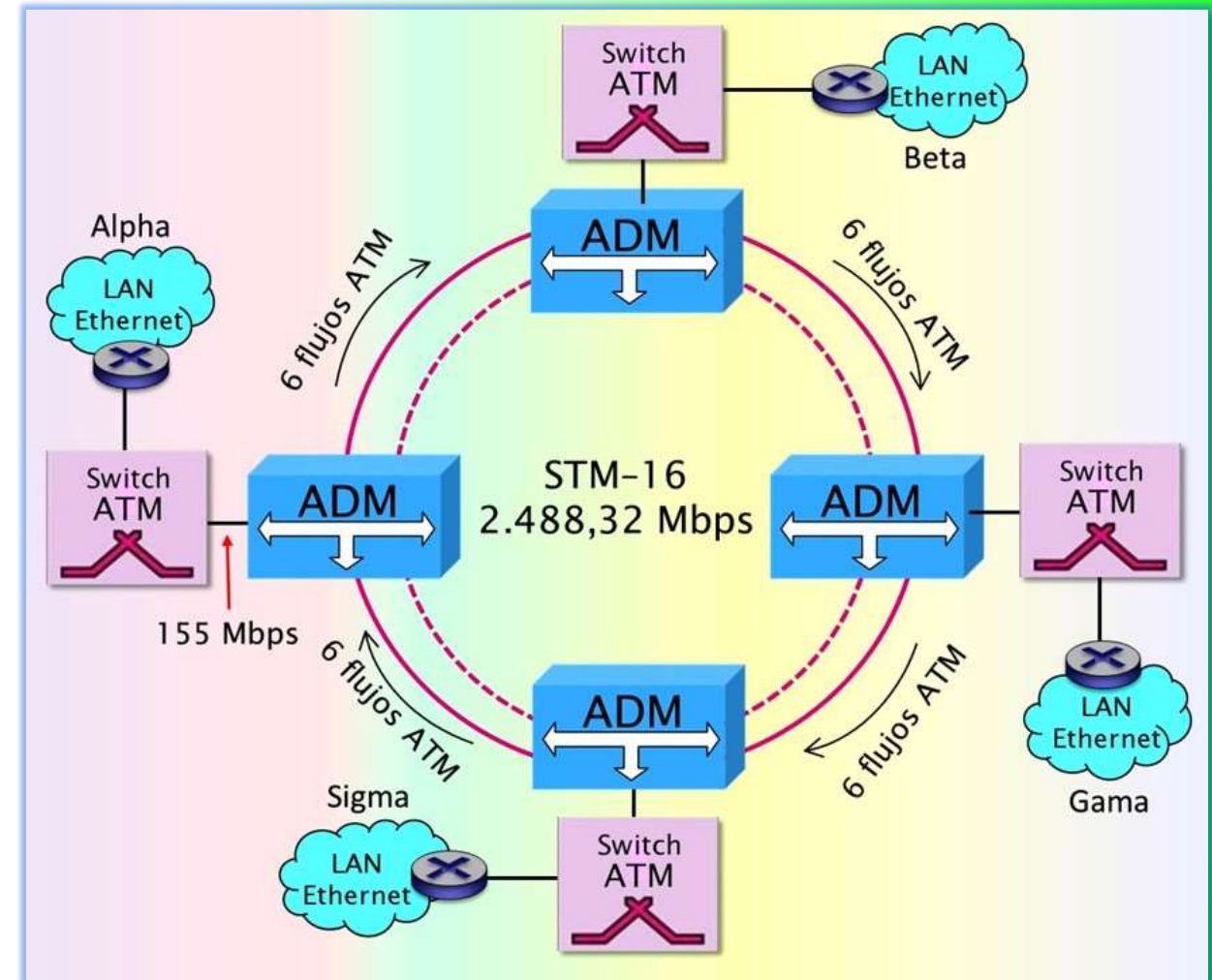


IP/ATM sobre SDH

IP/ATM SOBRE SDH

Solución ejemplo IP/ATM sobre SDH

- **Cada router gateway** de cada LAN se comunica con el resto de los routers mediante los circuitos virtuales permanentes PVC que se establecen sobre la topología física de la red ATM/SDH.
- **Los enlaces** entre los switch ATM son enlaces de fibra óptica proporcionados por los multiplexores ADM de la red óptica SDH.
- **Los router gateway** se comunican entre ellos con flujos ATM de 155 Mbps, full dúplex.
- **Cada flujo ATM** ocupa un contenedor virtual **STM-1**, por lo que para cada tramo del anillo se necesitan 6 STM-1 que caben en un contenedor virtual **STM-16** de 2.458,32 Mbps que, en definitiva, es la velocidad del anillo óptico.

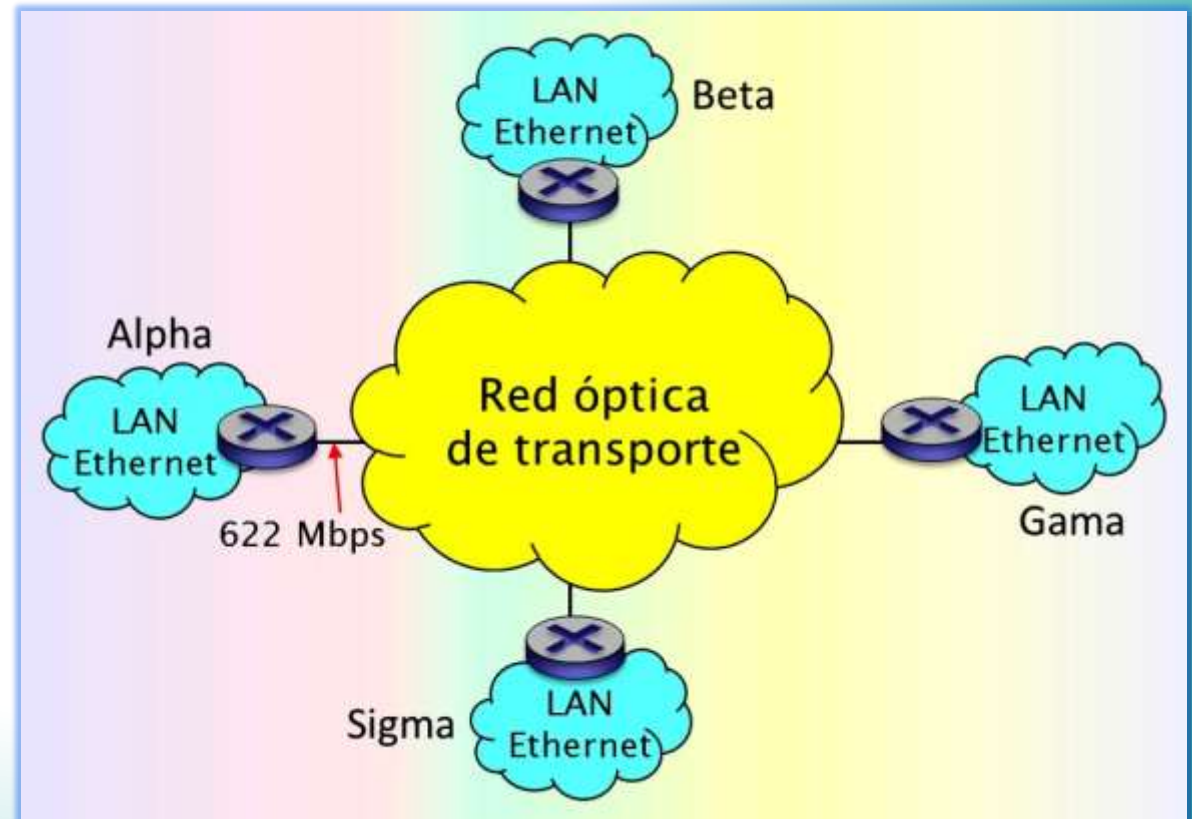
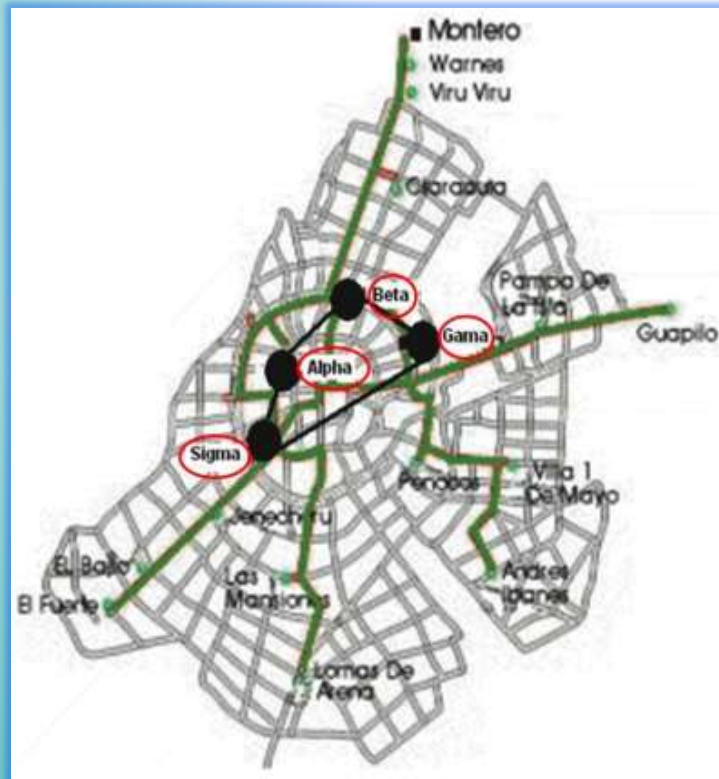


4. EVOLUCIÓN IP/ATM SOBRE SDH HACIA IP SOBRE SDH

IP/ATM SOBRE SDH

Ejemplo IP sobre SDH

- ▶ **Ejemplo 2.** Se necesitan interconectar 4 redes LAN Ethernet ubicadas en distintos puntos de la ciudad, mediante routers y enlaces de 155 Mbps full dúplex entre ellas, utilizando una topología de anillo óptico. Los routers gateway de las LAN tendrán una interfaz POS (*Packet over SONET/SDH*) que utiliza SONET/SDH para transferir datos IP en MAN y WAN, con dos velocidades: 155 Mbps y 622 Mbps.

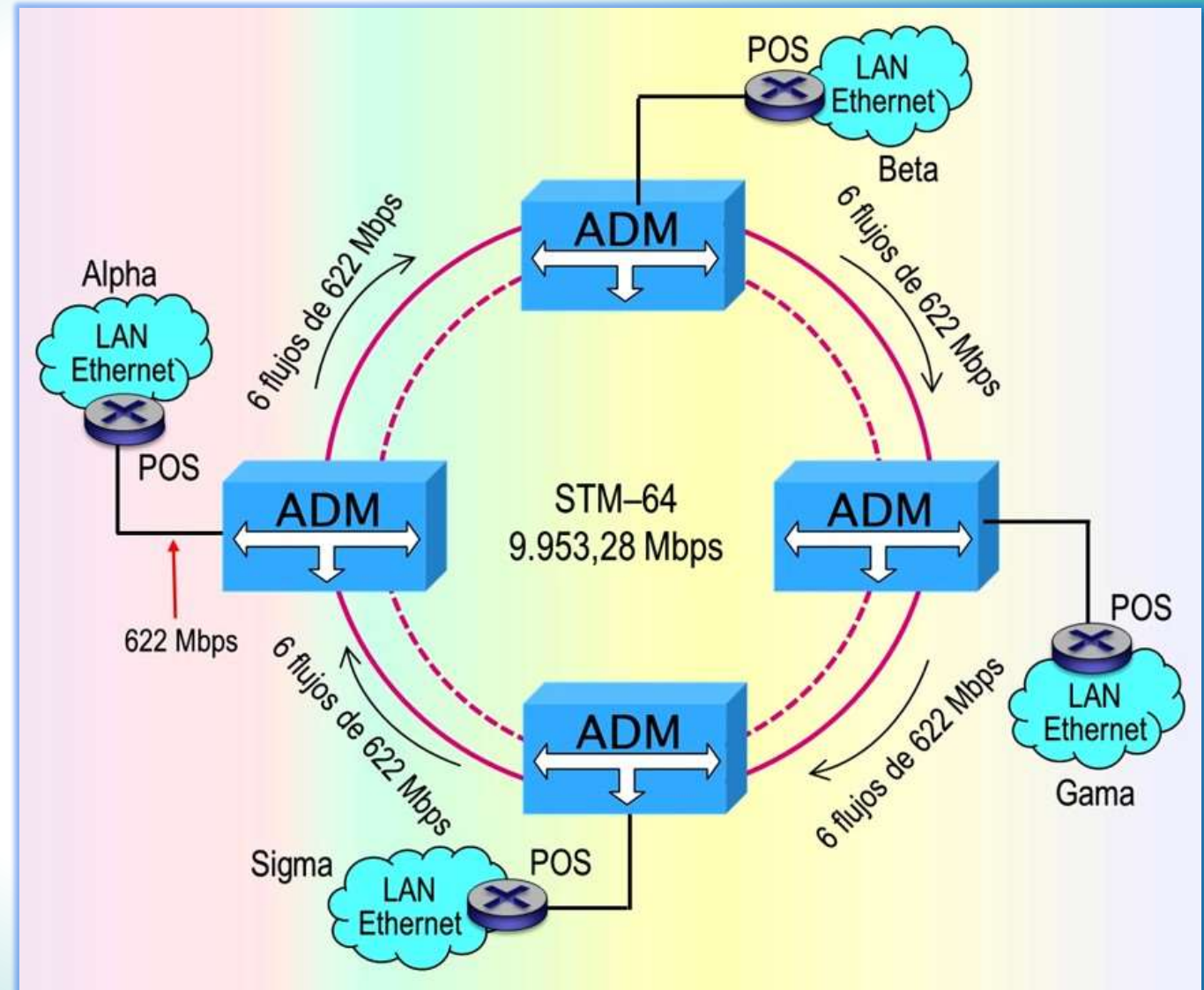


Evolución IP/ATM sobre SDH hacia IP sobre SDH

IP/ATM SOBRE SDH

Solución ejemplo IP sobre SDH

- **Cada flujo POS** de 622 Mbps ocupa un contenedor virtual **STM-4**, por lo que para cada tramo del anillo se necesitan 6 STM-4 que caben en un contenedor virtual **STM-64** de 9.953,28 Mbps que, en definitiva, es la velocidad del anillo óptico.

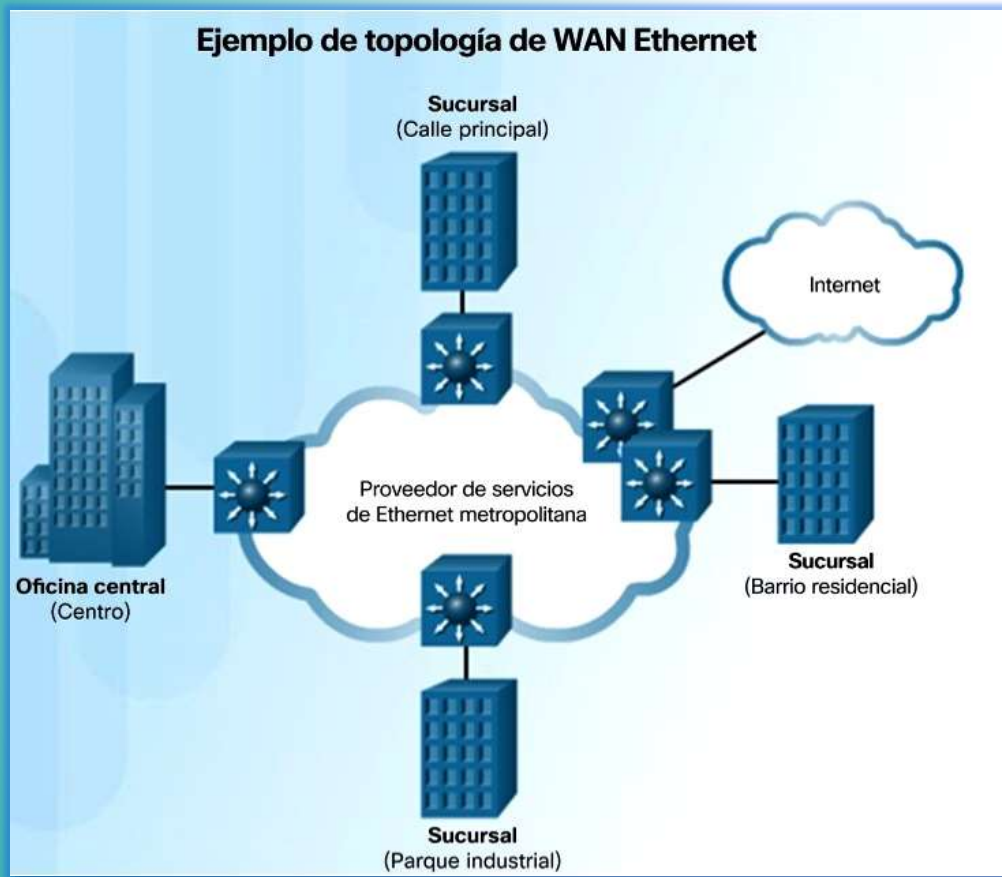


Evolución IP/ATM sobre SDH hacia IP sobre SDH

IP/ATM SOBRE SDH

WAN Ethernet

(CISCO, 2018)



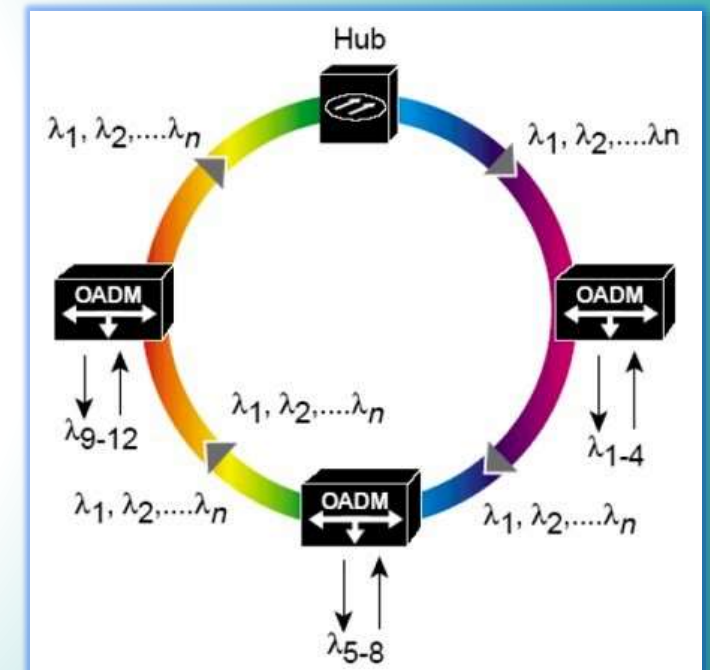
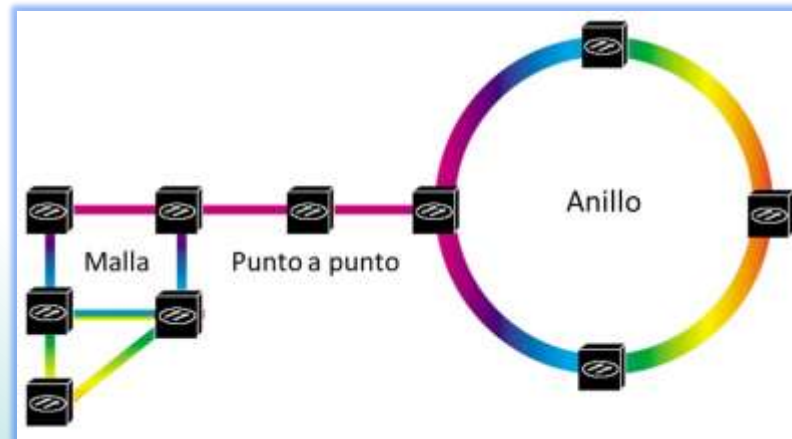
- **Las WAN Ethernet** se usan comúnmente para reemplazar los enlaces WAN ATM y Frame Relay.
- **Gracias a los estándares** de Ethernet más recientes que utilizan cables de fibra óptica, ahora Ethernet es una opción de acceso WAN razonable.
 - ▶ **La longitud máxima** de cable original para Ethernet era un kilómetro.
 - ▶ **Con cable de fibra óptica**, la longitud máxima es de 5 km mediante el estándar IEEE 1000Base-LX y de 70 km mediante el estándar IEEE 1000BASE-ZX.
- **Ahora, los proveedores de servicios** ofrecen el servicio WAN Ethernet con cableado de fibra óptica. WAN Ethernet se puede conocer con distintos nombres, incluidos Ethernet metropolitana (MetroE), Ethernet por MPLS (EoMPLS) y el servicio de LAN privada virtual (VPLS).
- **Entre los beneficios** para las Empresas se tienen la **reducción de gastos y administración** (por el elevado ancho de banda disponible), y la **fácil integración con las redes existentes** (se conecta fácilmente a las LAN Ethernet existentes).

Evolución IP/ATM sobre SDH hacia IP sobre SDH

IP/ATM SOBRE SDH

SONET/SDH y DWDM

- **SONET/SDH para el pasado.** Los escenarios SONET/SDH tienen un costo inicial bajo. Cuando el volumen de tráfico es bajo, una arquitectura SONET/SDH (enlaces de **una sola fibra óptica y una sola longitud de onda**) es mucho más económica en comparación con una arquitectura DWDM.
- **DWDM ahora y siempre.** Debido a que cada vez el volumen del tráfico es mucho mayor, es muy probable que DWDM (enlaces de **una sola fibra óptica y hasta más de 80 longitudes de onda**) se convierta en la mejor opción en cuanto a tecnología para la red.
 - **El avance de DWDM** dependerá de las distancias, el precio y la densidad de la interfaz. La distancias de tramos largos tienden a favorecer una arquitectura DWDM debido a la utilización eficiente de las fibras y la capacidad de derivación óptica en los nodos intermedios.

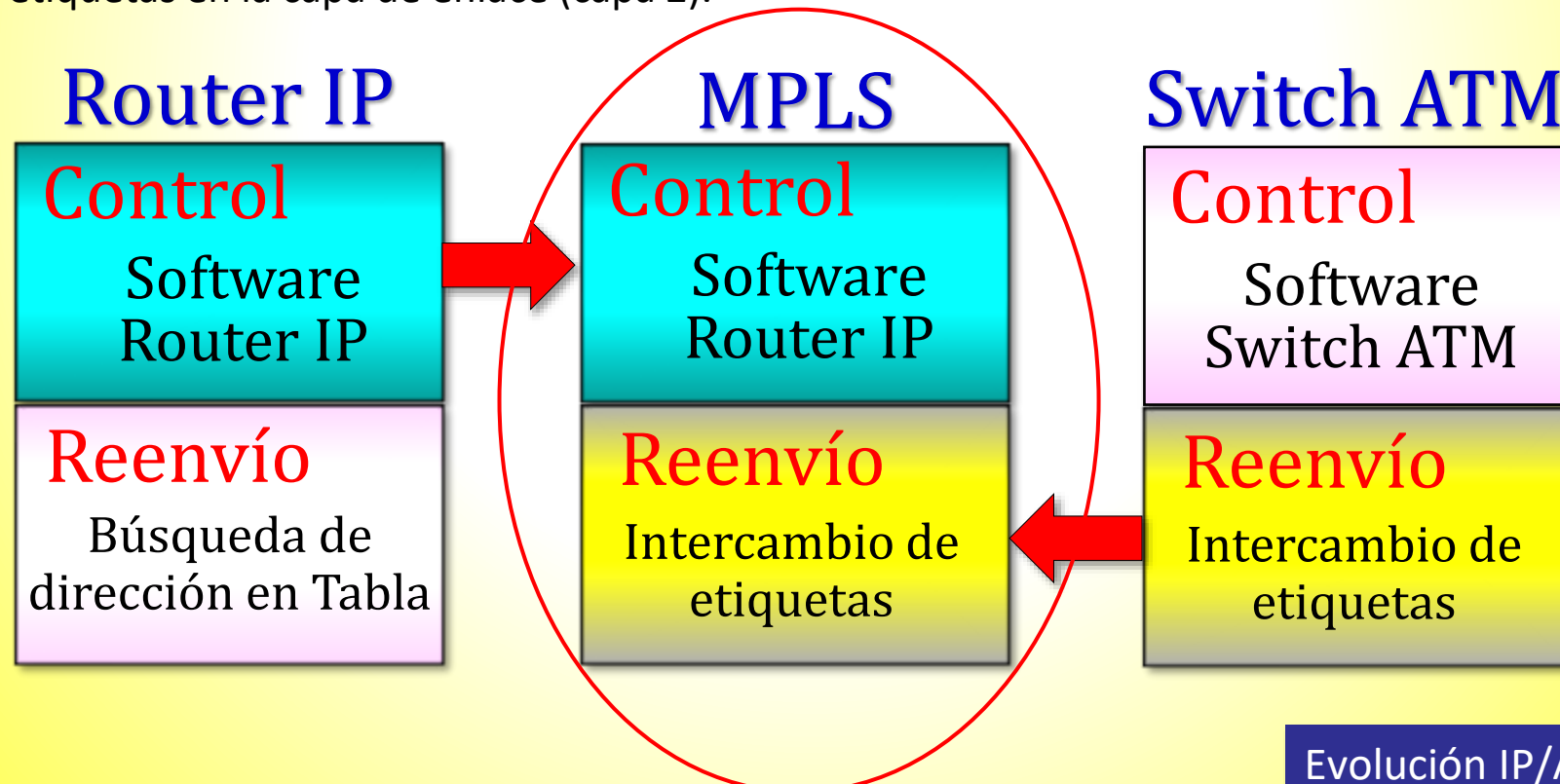


5. EVOLUCIÓN DE IP/ATM HACIA MPLS

IP/ATM SOBRE SDH

Escenario que impulsó la evolución

- **Los problemas de IP/ATM**, derivados de la gestión de 2 redes diferentes, motivaron a los fabricantes a estandarizar una tecnología que integre de forma efectiva:
 - ▶ **La capacidad de los Routers IP** en el control IP, en la capa de red (capa 3).
 - ▶ **La eficacia de los Switch ATM** en el reenvío de celdas a través del intercambio de etiquetas en la capa de enlace (capa 2).



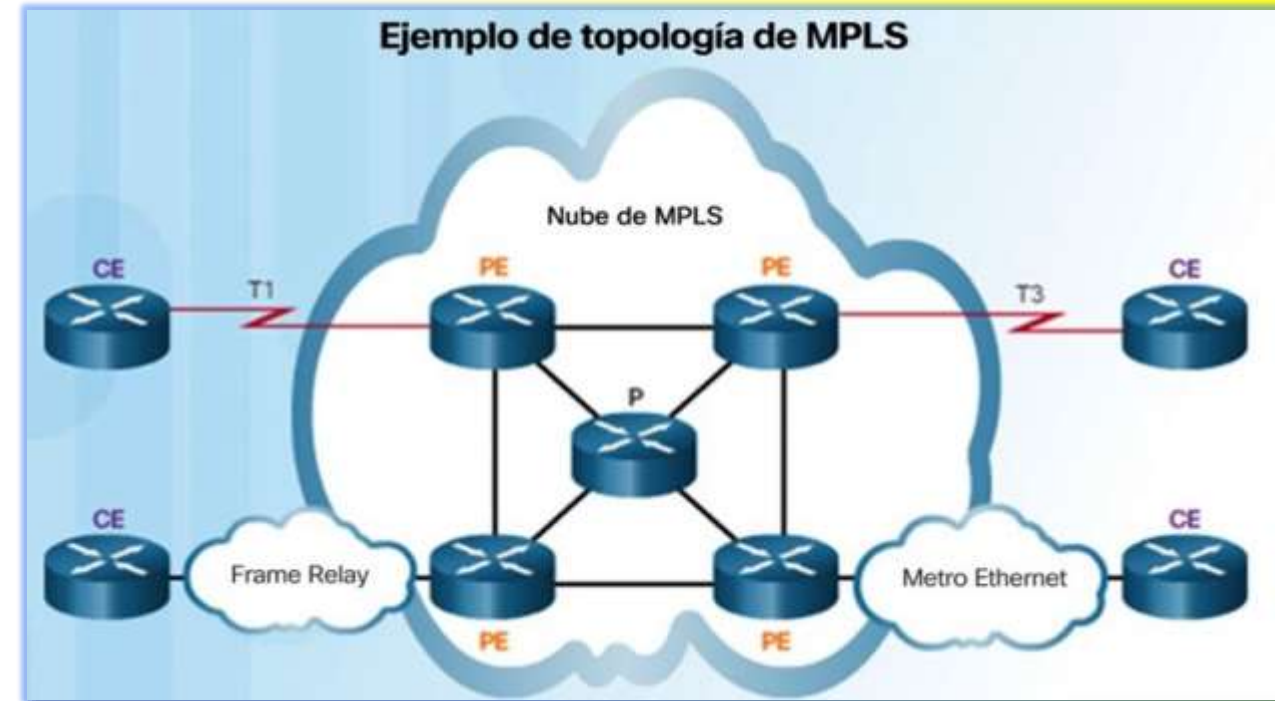
Evolución de IP/ATM hacia MPLS

IP/ATM SOBRE SDH

Ejemplo de topología MPLS

(CISCO, 2018)

- El **switching por etiquetas** multiprotocolo (*Multiprotocol Label Switching*, MPLS) es una tecnología WAN de proveedor de servicios, de alto rendimiento multiprotocolo que dirige los datos desde un router al siguiente:
 - ► **MPLS se basa en etiquetas** de ruta cortas en lugar de direcciones de red IP.
 - ► **Se llama multiprotocolo** porque tiene la capacidad de transportar cualquier contenido, incluido tráfico IPv4, IPv6, Ethernet, ATM, DSL y Frame Relay.
 - ► **Usa etiquetas** que le indican al router MPLS qué hacer con un paquete.
- **Observe en la figura** que los diferentes sitios se pueden conectar a la **nube MPLS** mediante diferentes tecnologías de acceso.
- **MPLS admite** una amplia variedad de tecnologías WAN, que incluyen los enlaces de portadoras T y E, Carrier Ethernet, ATM, Frame Relay y DSL.



Referencias bibliográficas

IP/ATM SOBRE SDH

Referencias bibliográficas

- Blake, Roy (2012). *Electronic Communication Systems*. Cengale, India: Thomson
- CISCO (2015). *CCNA Routing and Switching. Introduction to Networks*. CISCO.
- CISCO (2016). *Introducción a las redes*. Madrid: Pearson Education, S.A.
- Forouzan, B. A. (2020). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Huawei Technologies (2020). *Basics of data communication networks*. Huawei.
- Kurose, J. Keith, R. (2017). *Redes de computadoras: un enfoque descendente*. Madrid: Pearson Education, S.A.

FIN

Tema 8 de:
REDES WAN
Edison Coimbra G.