

Switch Layer 2/3 (Multilayer Switch)

Area de Ingeniería Telemática

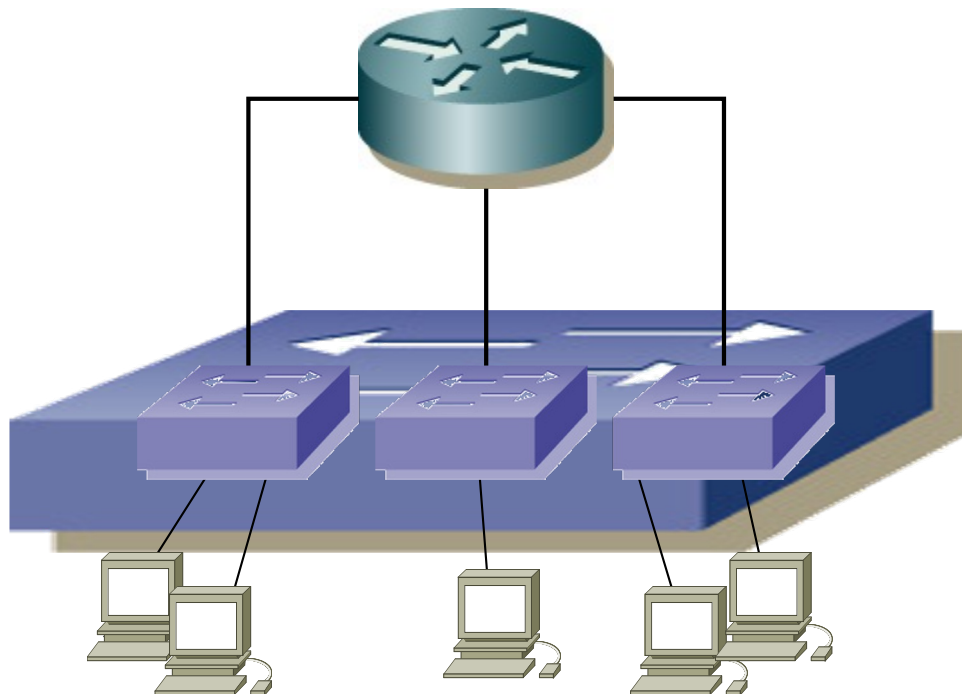
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Switch Layer 2/3: Concepto

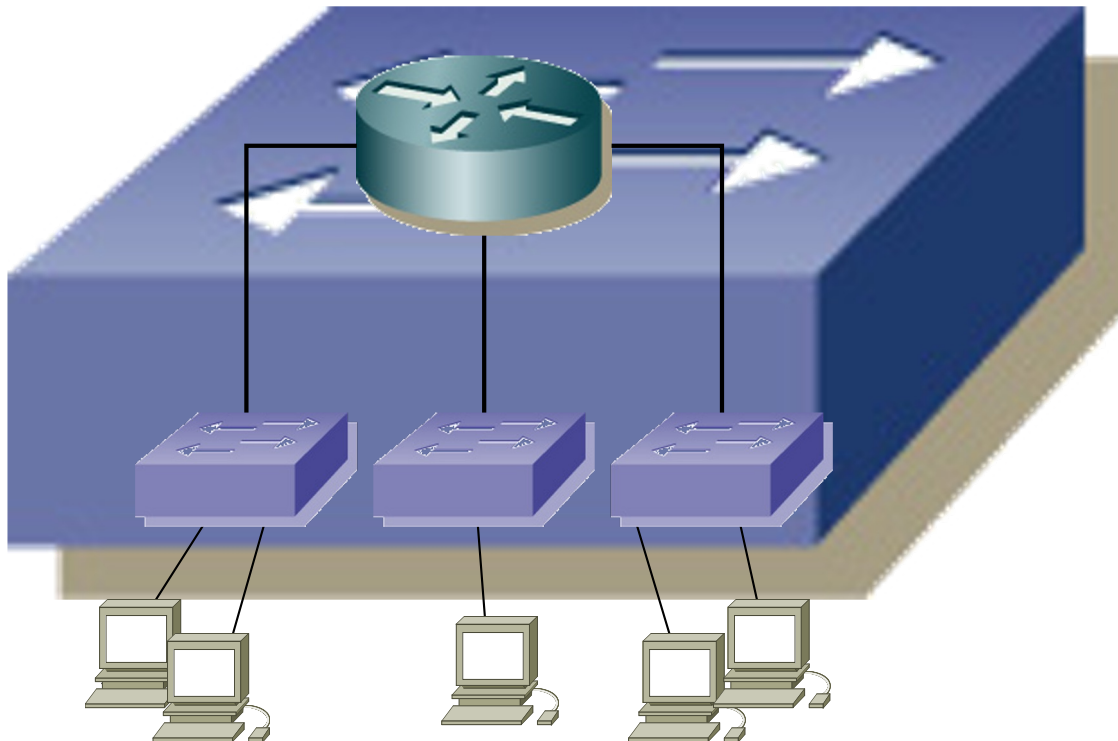
¿Comunicación entre VLANs?

- Con Routers
- Las VLANs podrían estar en el mismo switch
- (...)



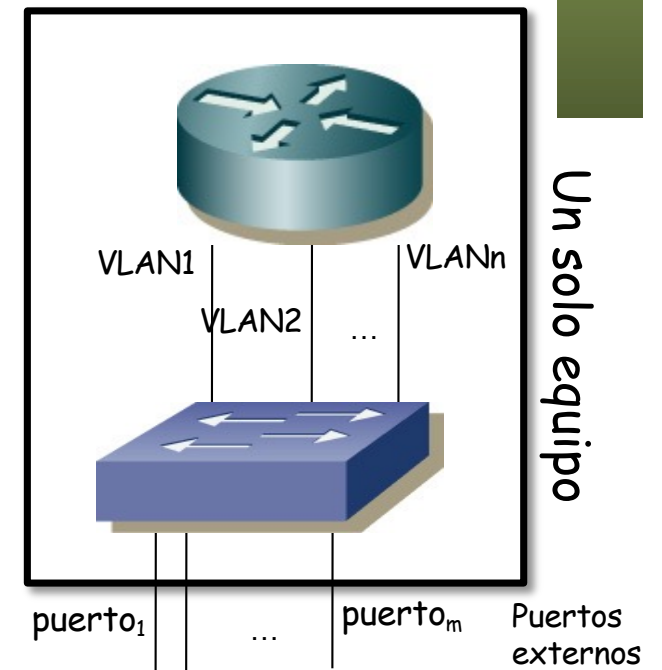
¿Comunicación entre VLANs?

- Con Routers
- Las VLANs podrían estar en el mismo switch
- Podrían ambos conmutadores (capa 2 y capa 3) implementarse como la misma unidad hardware

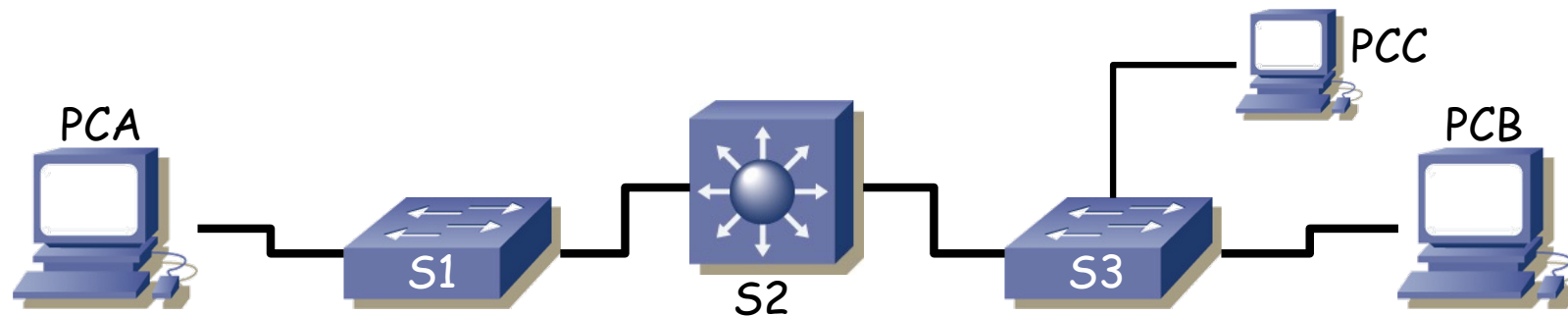


Switch - Router

- Switch:
 - Puertos conmutados
 - VLANs
 - Base de datos de filtrado (tabla de direcciones MAC)
- Router:
 - Interfaces virtuales en VLANs, con sus propias MACs
 - Enrutados
 - Tabla de rutas
- Multilayer Switch
- Switch Layer 2/3

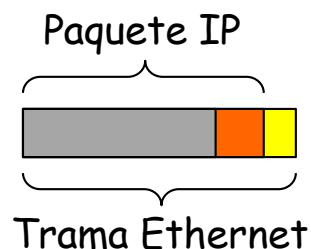


Switch Layer 2/3: Ejemplo

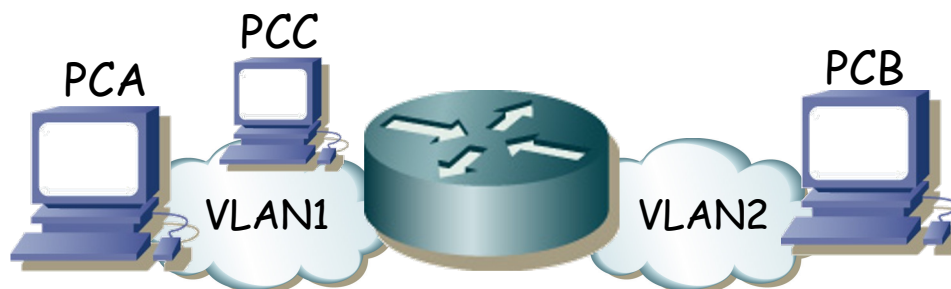


Ejemplo

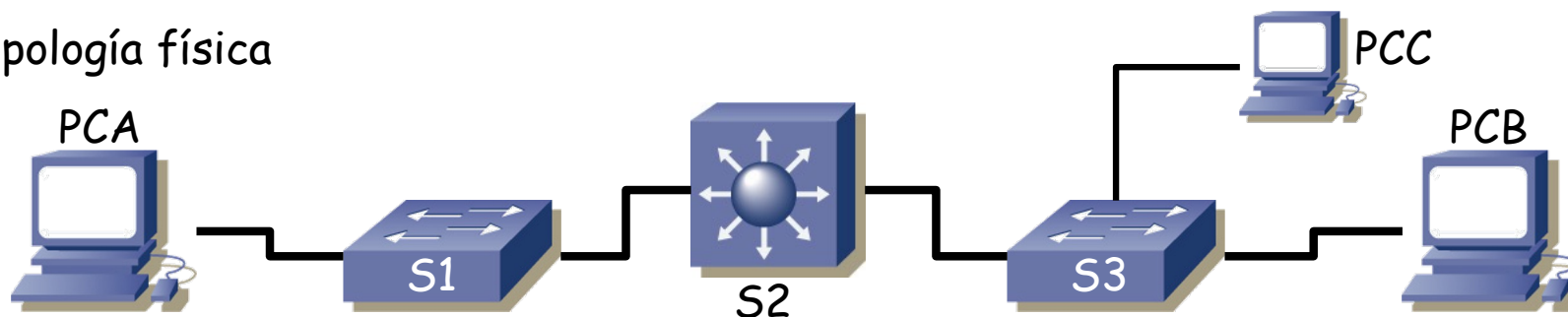
- Switches Layer 2 y Switch Layer 2/3
- Trunks 802.1Q entre los switches
- PCA y PCC puertos en VLAN1, PCB puerto en VLAN2
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?



Topología de red



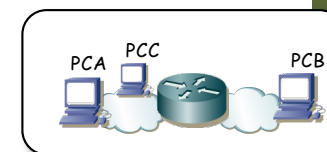
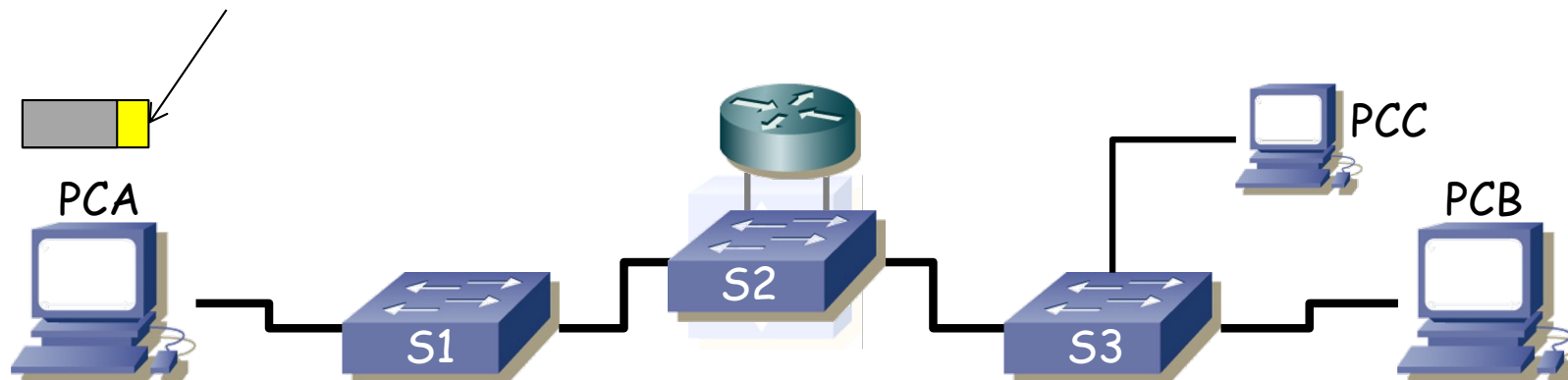
Topología física



Ejemplo

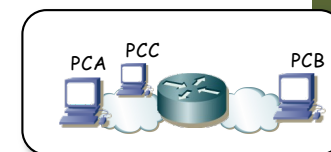
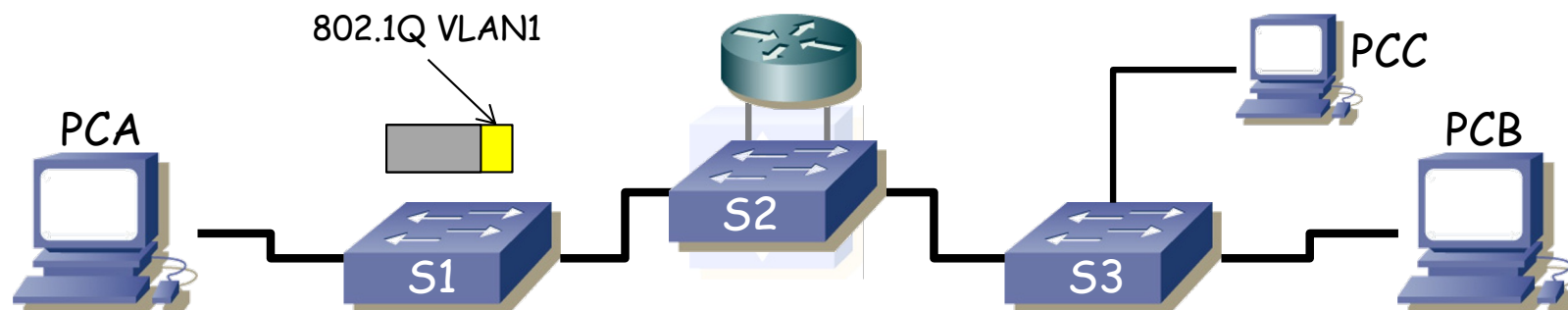
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - (...)

MAC origen PCA
MAC destino Broadcast



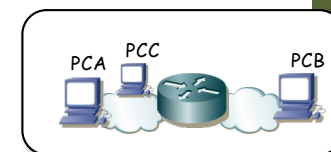
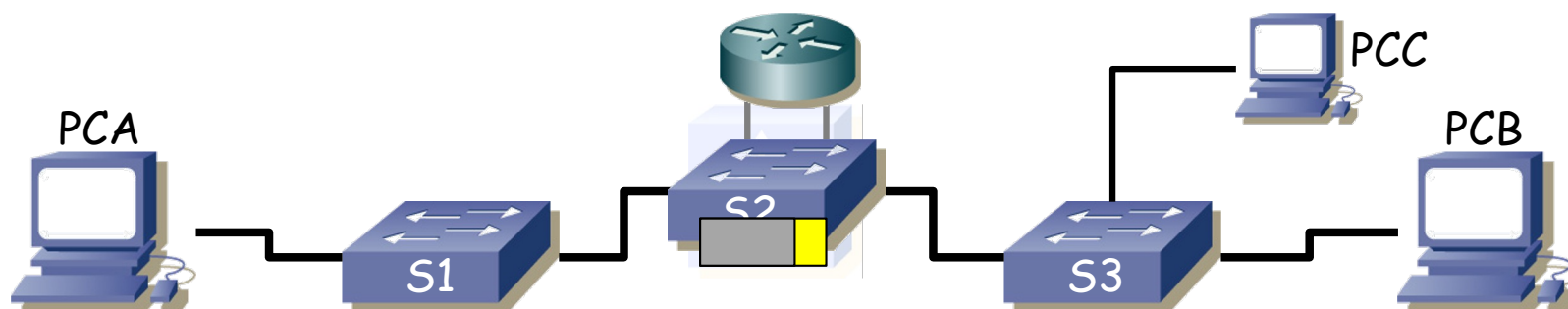
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



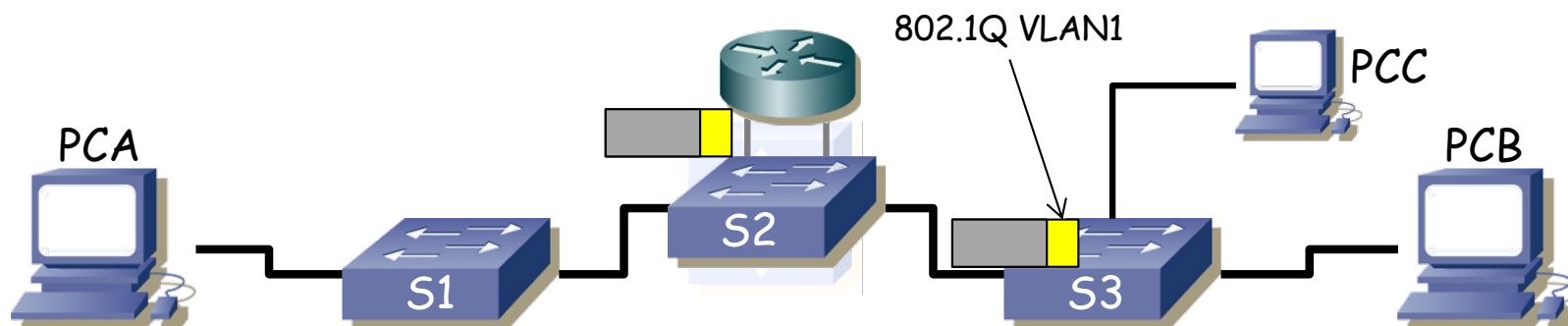
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



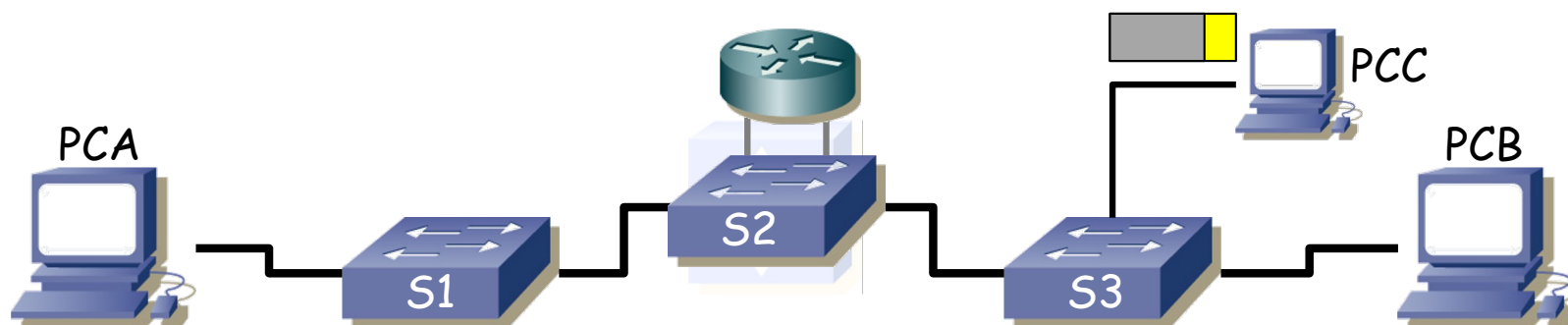
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



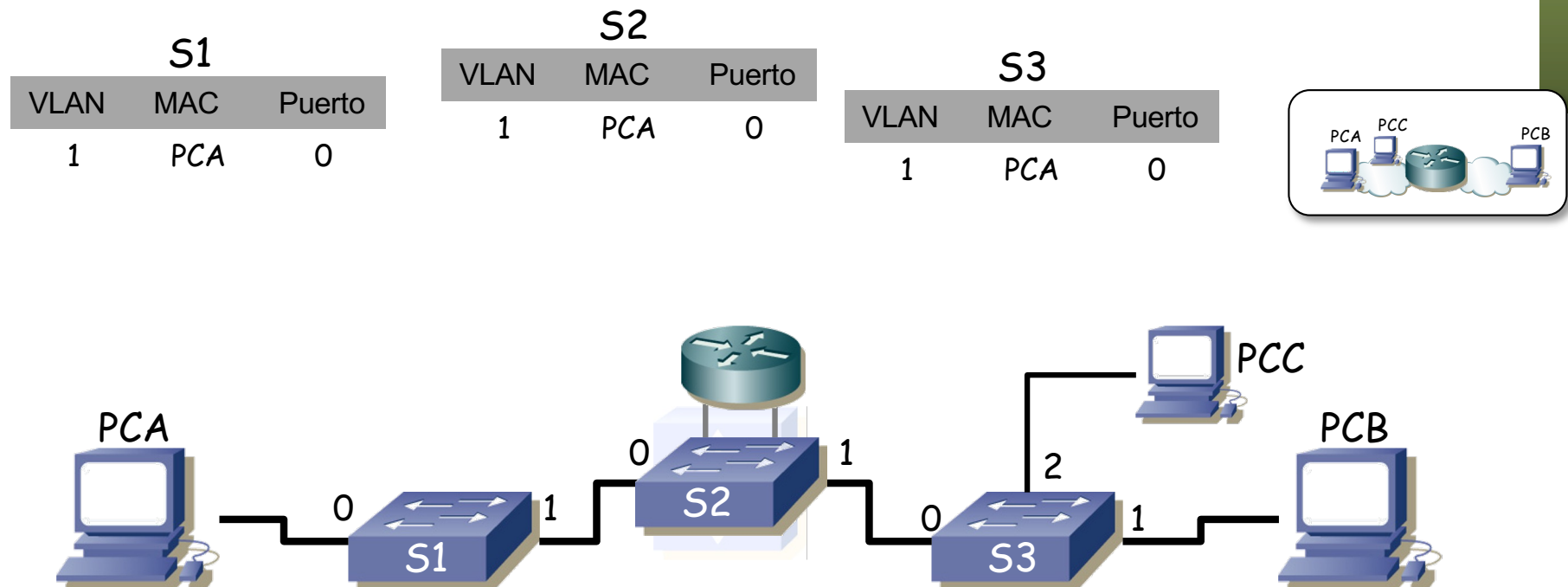
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - (...)



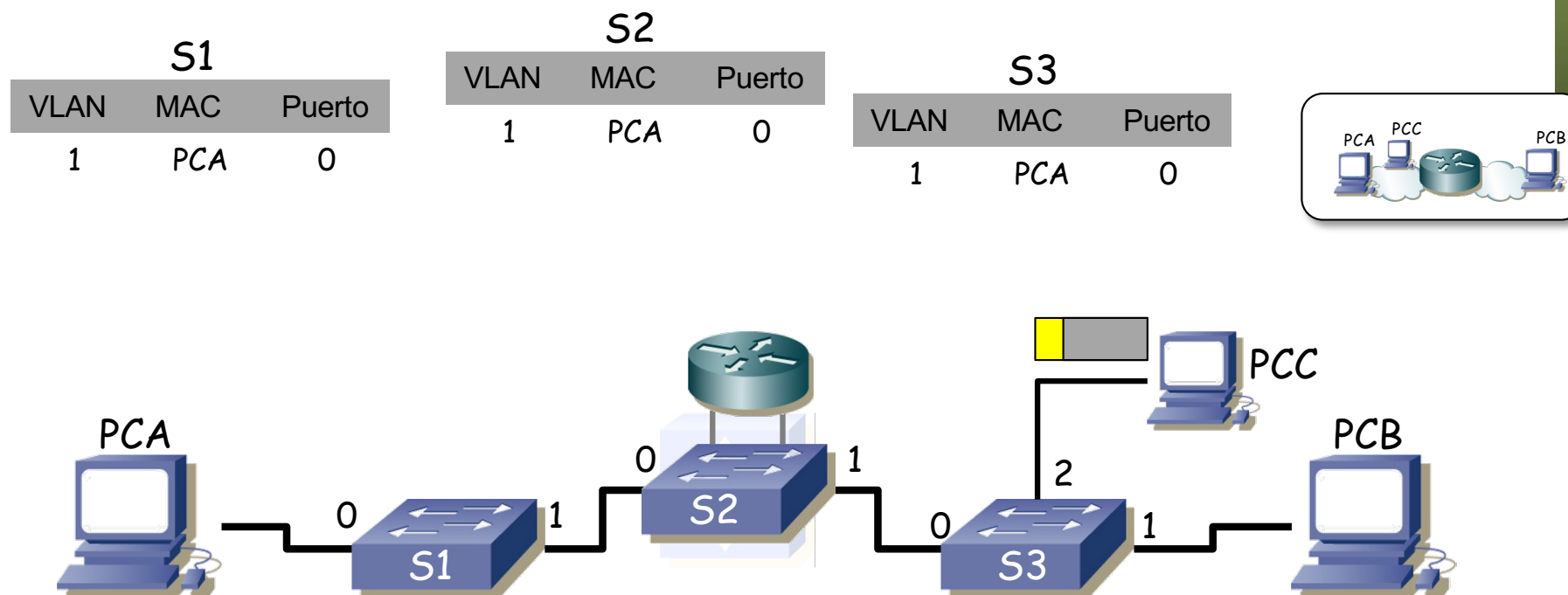
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de PCC
 - Dirección MAC destino Broadcast
 - Los conmutadores reenvían por todos los puertos que pertenezcan a esa VLAN
 - Los conmutadores han aprendido por dónde se llega a PCA



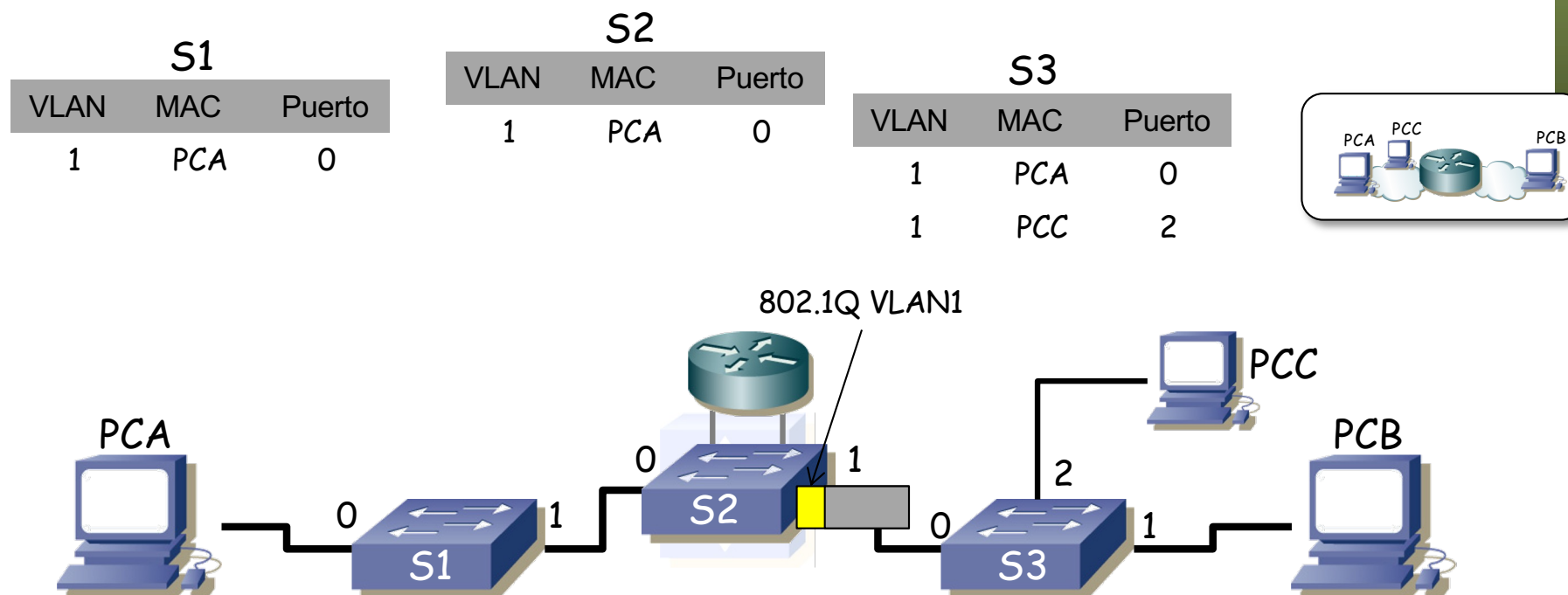
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)



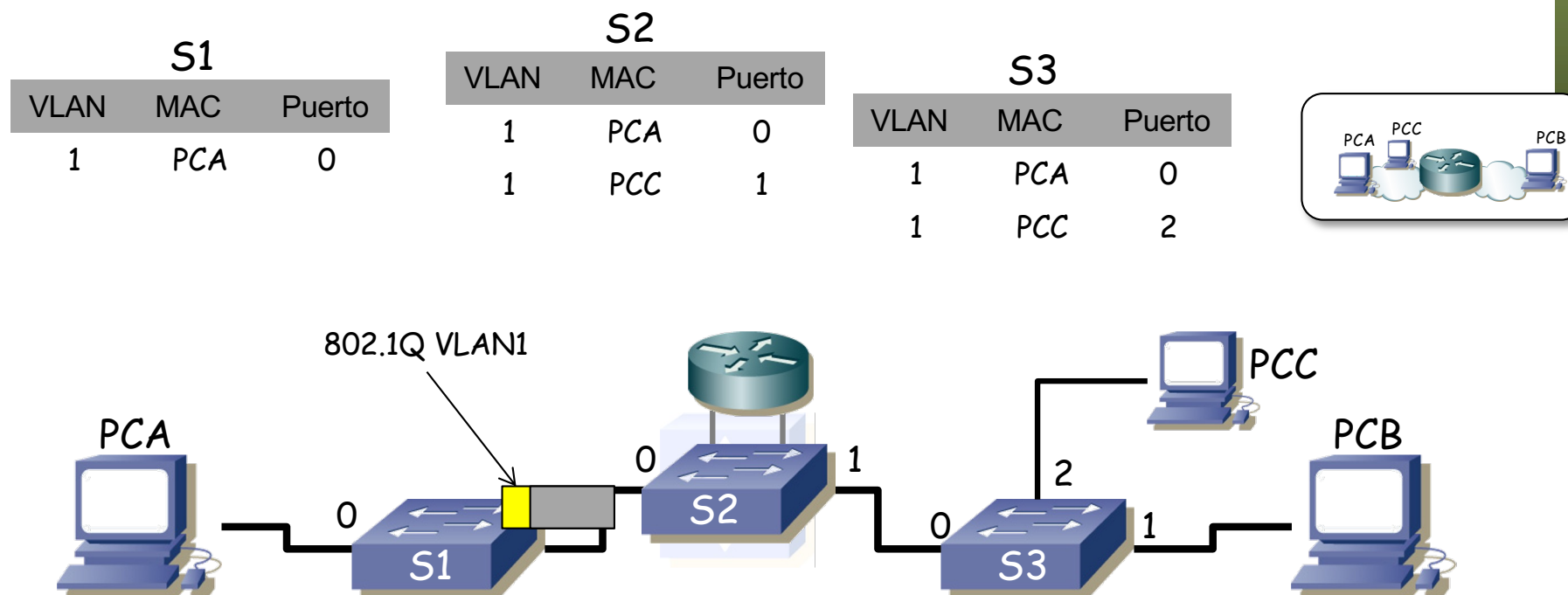
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)



Ejemplo

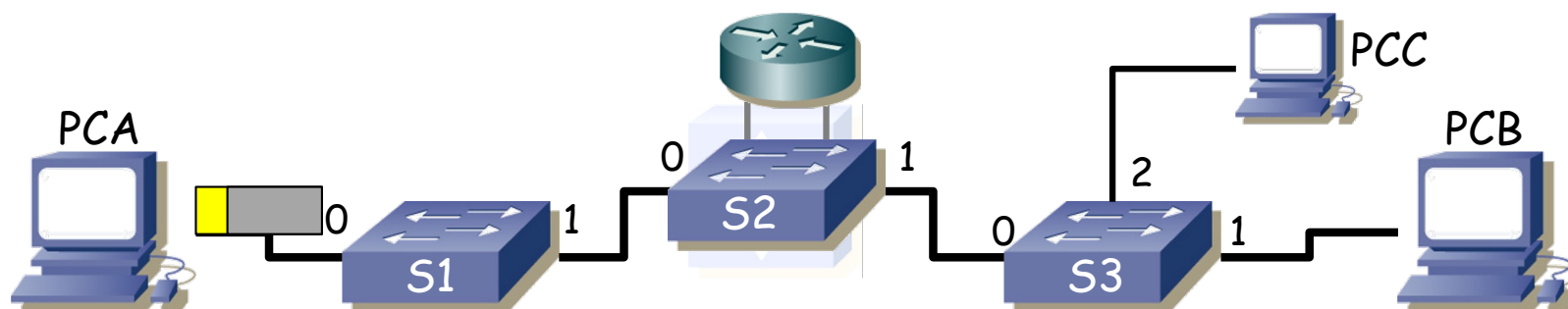
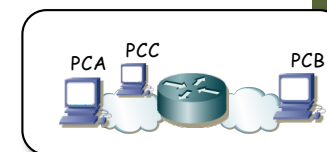
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)



Ejemplo

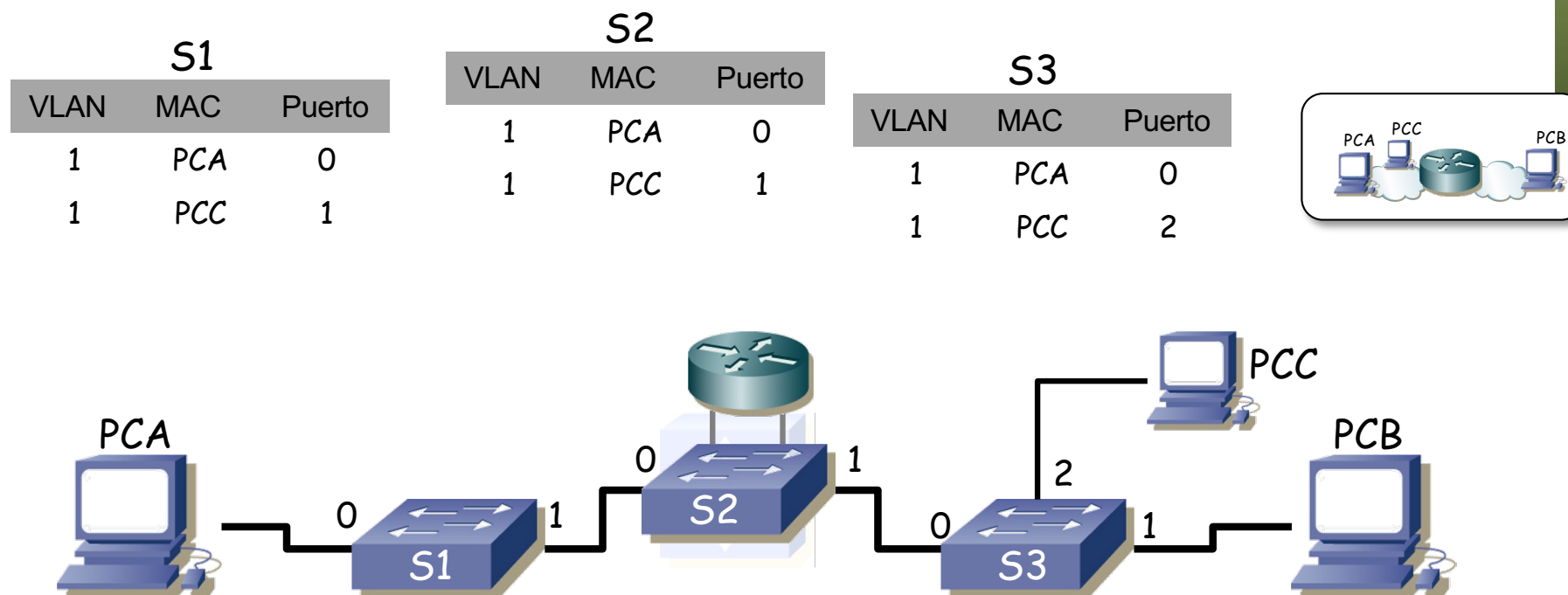
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - (...)

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



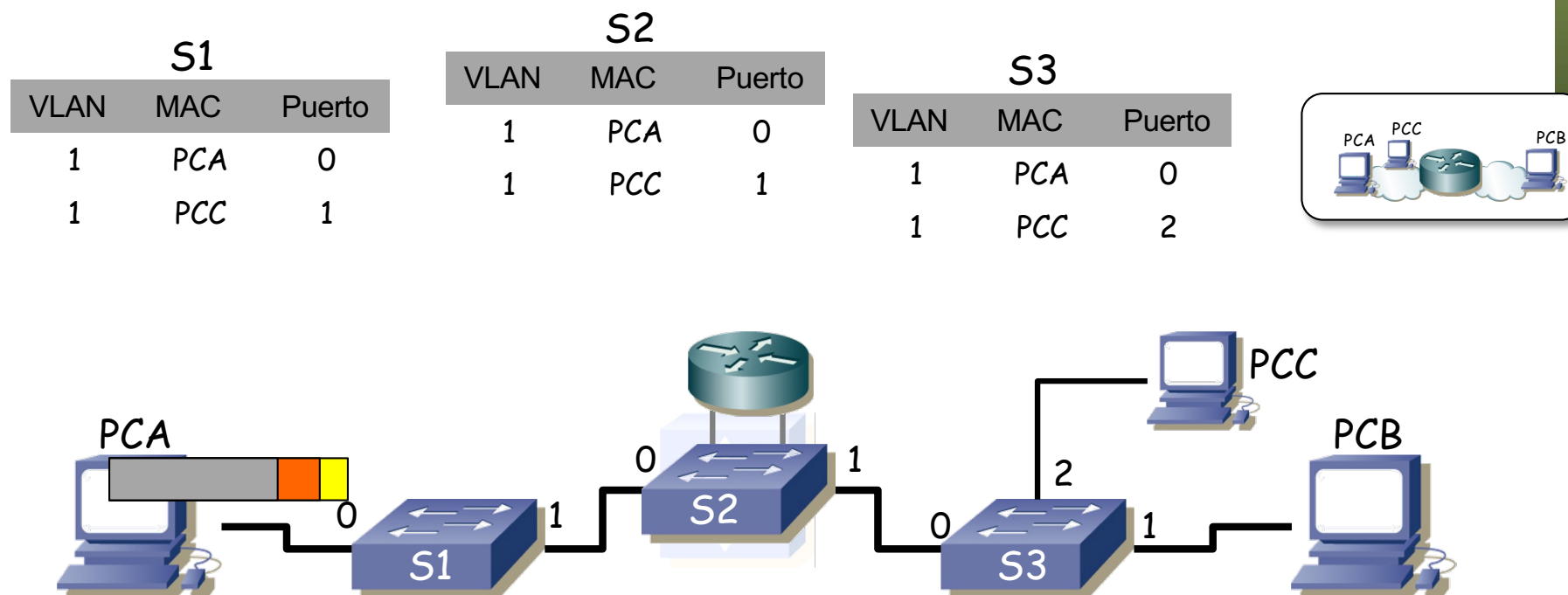
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCC envía un ARP Reply dirigido a la MAC de PCA**
 - Sigue el camino indicado en las tablas
 - Los conmutadores han aprendido por dónde enviar tramas a PCC



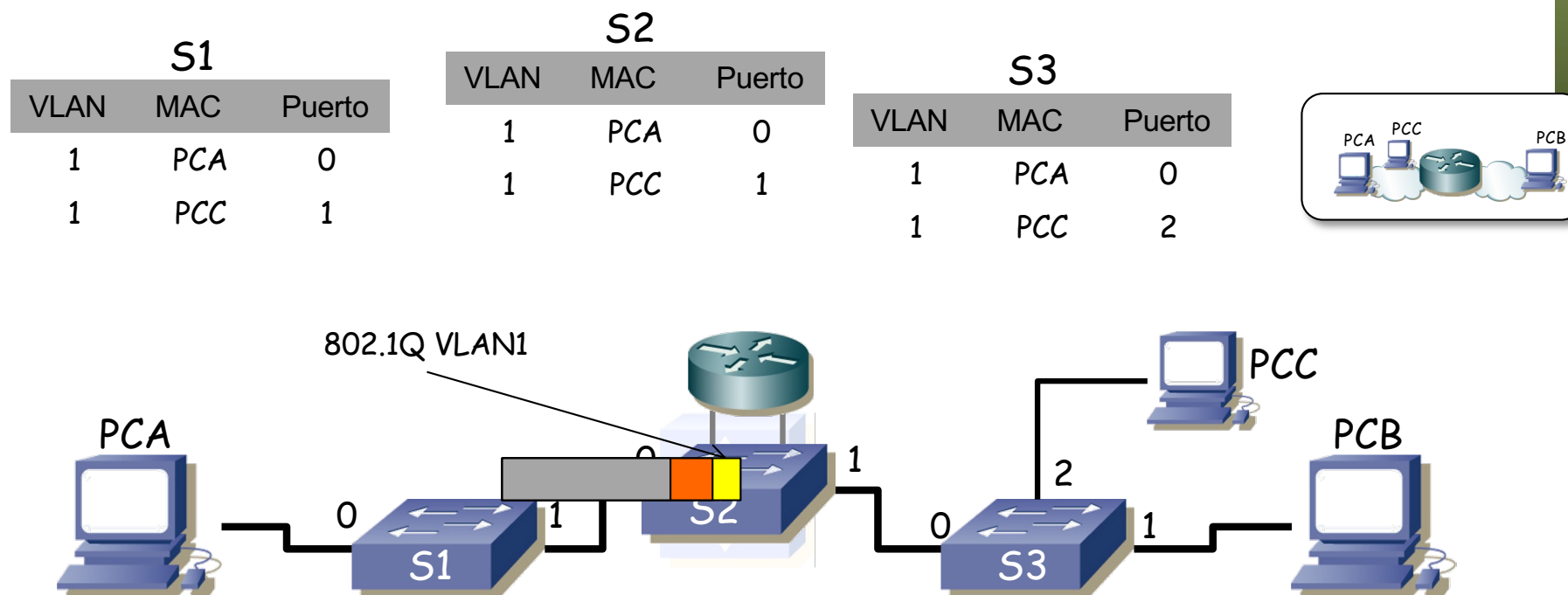
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - (...)



Ejemplo

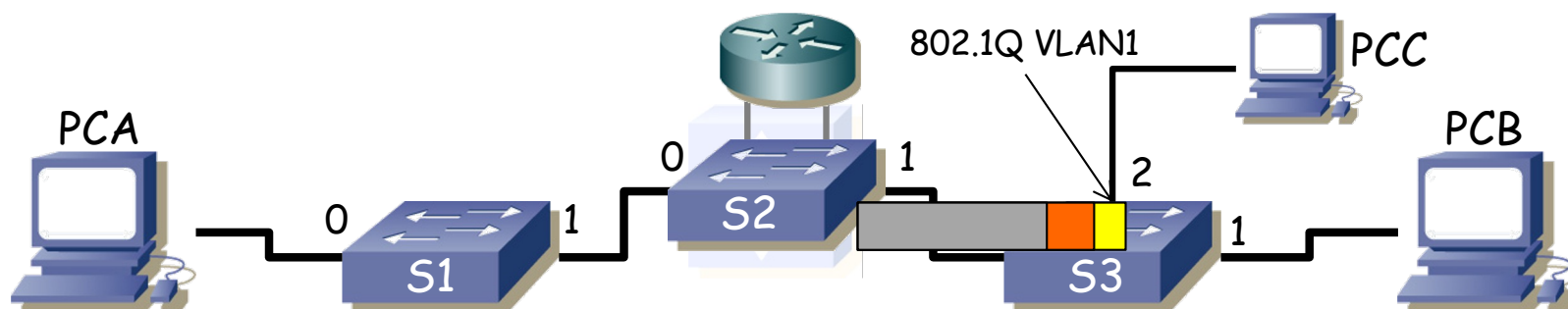
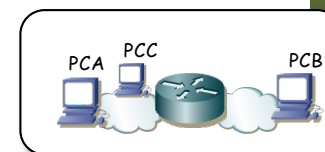
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - Sigue el camino indicado por las tablas
 - (...)



Ejemplo

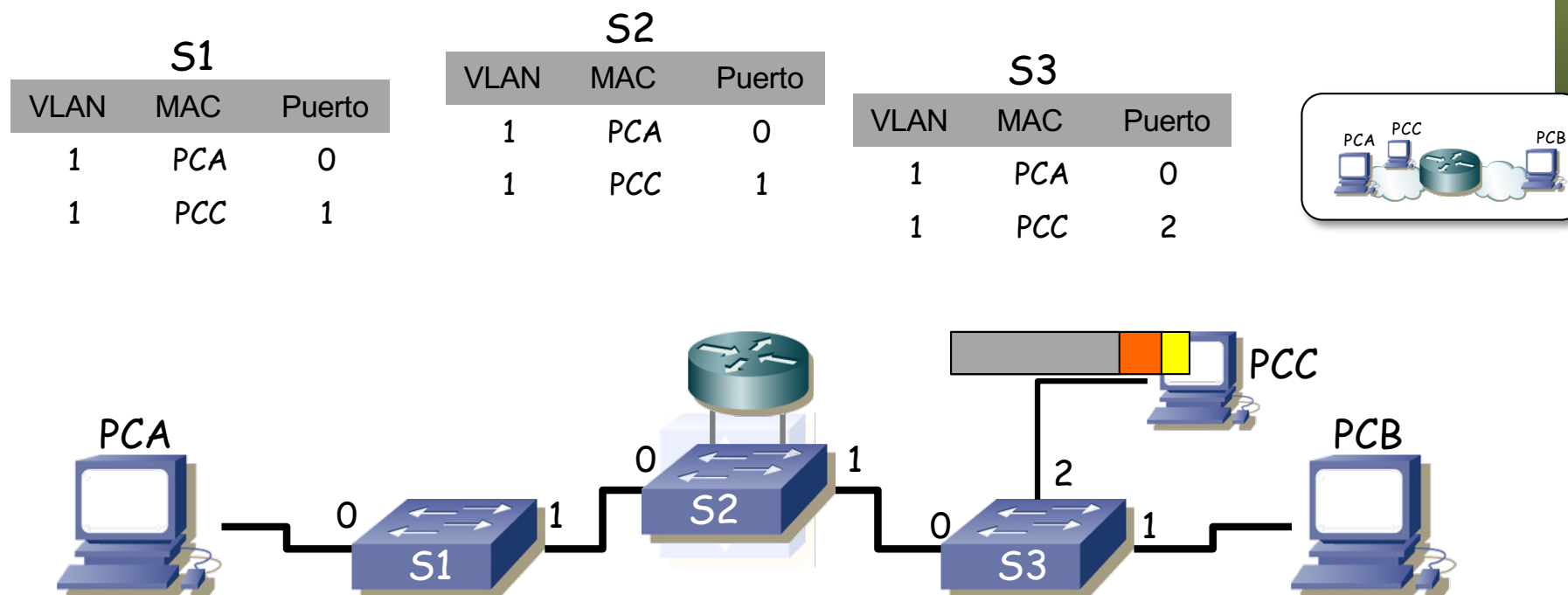
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - Sigue el camino indicado por las tablas
 - (...)

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

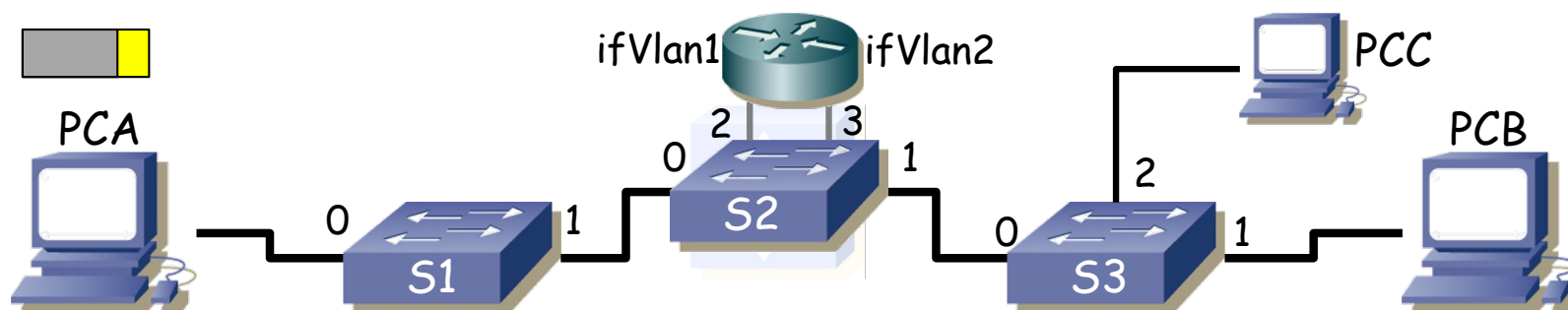
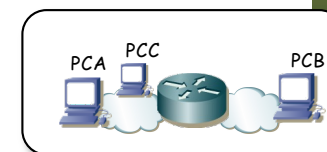
- ¿Comunicación entre PCA y PCC?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCC
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCC está en su misma LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino de PCC**
 - Sigue el camino indicado por las tablas
 - No hay diferencia con que el Switch L2/3 sea solo un Switch L2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de su router por defecto**
 - (...)

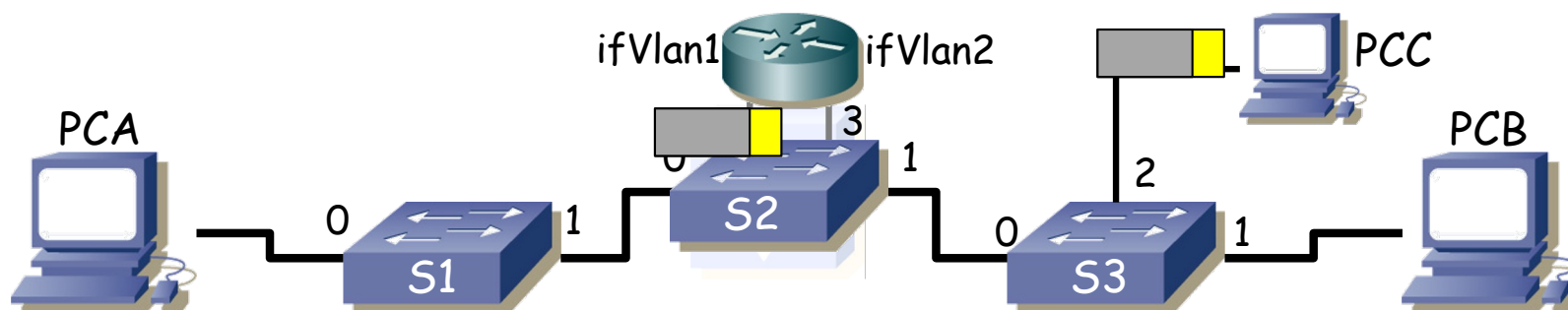
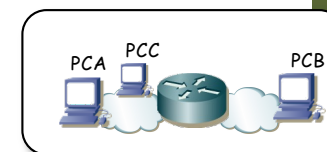
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

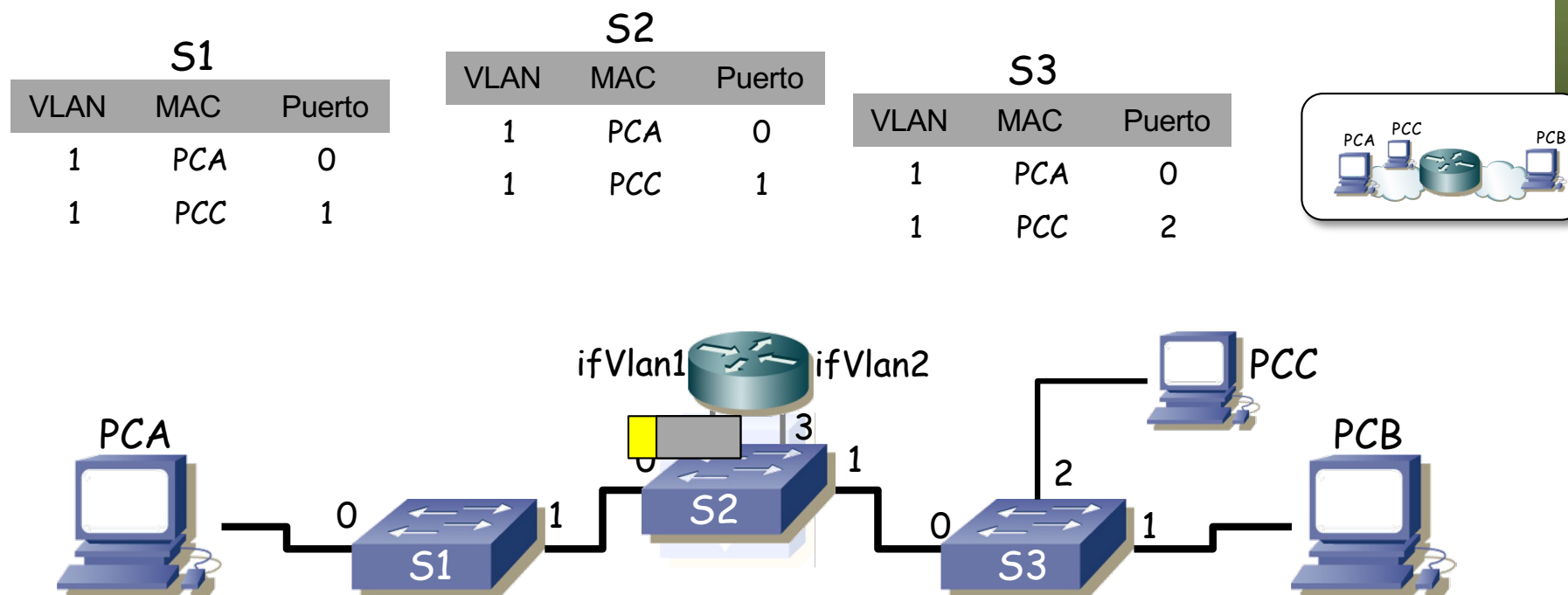
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía un ARP Request preguntando por la MAC del interfaz de su router por defecto**
 - Ese Broadcast llega a todos los puertos en esa VLAN
 - Uno de ellos es el interfaz virtual ifVlan1 del Switch L2/3
 - (...)

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2



Ejemplo

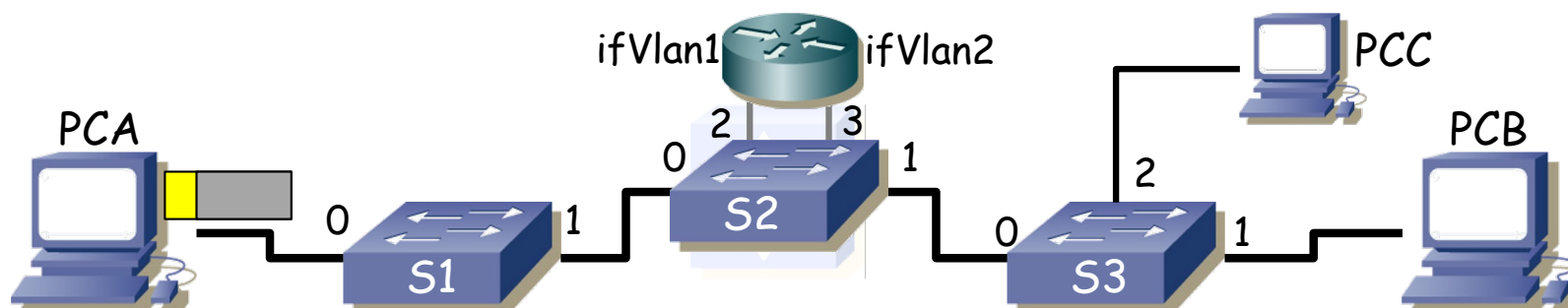
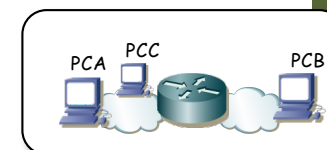
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **ifVlan1 del Switch L2/3 responde con un ARP Reply**
 - (...)



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **ifVlan1 del Switch L2/3 responde con un ARP Reply**
 - PCA averigua la dirección MAC de ifVlan1
 - Dos de los switches aprenden dónde está MACr1 (en realidad el Switch2/3 ya lo sabía)

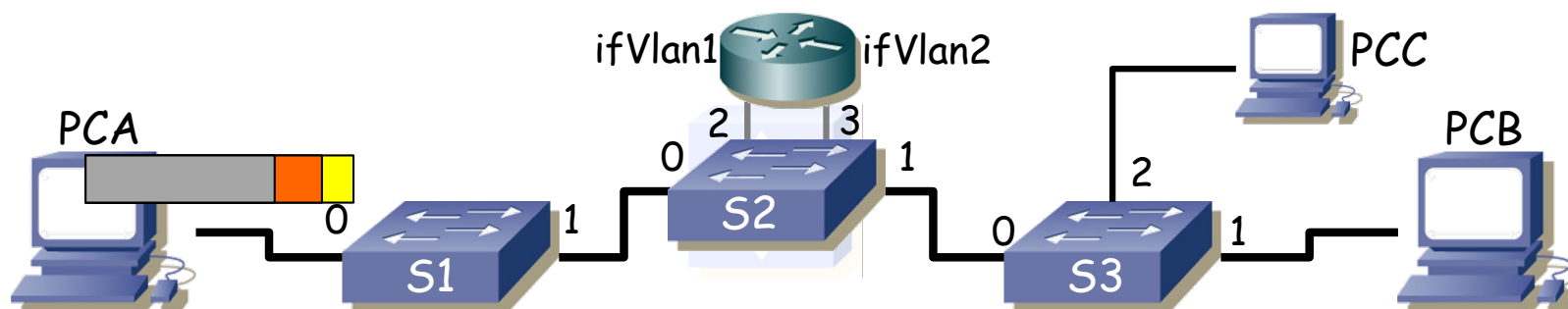
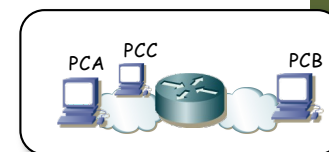
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	2	1	PCC	2



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino MACr1**
 - (...)

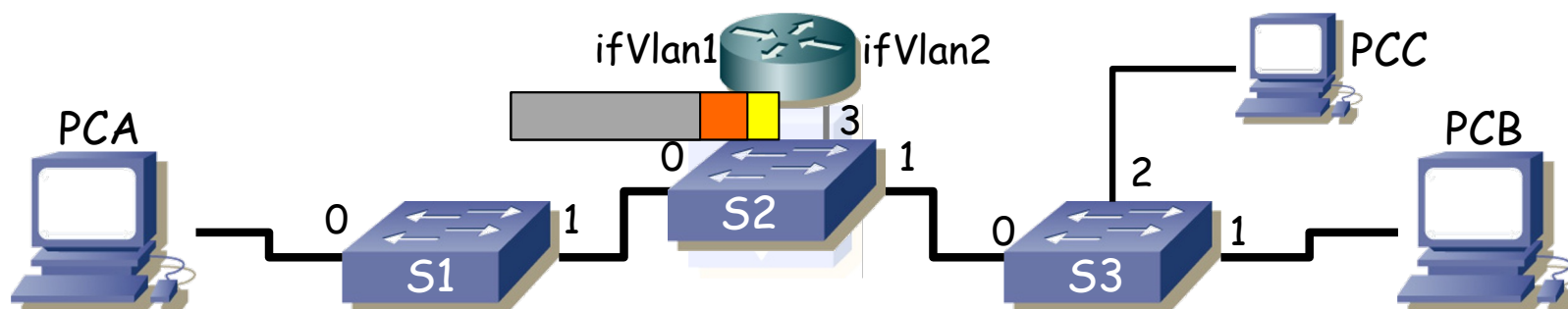
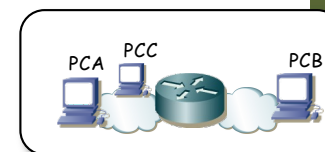
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	2			



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino MACr1**
 - La trama Ethernet llega al Switch L2/3 por la VLAN1
 - Switch L2/3 reconoce la MACr1 como de su interfaz ifVlan1
 - (...)

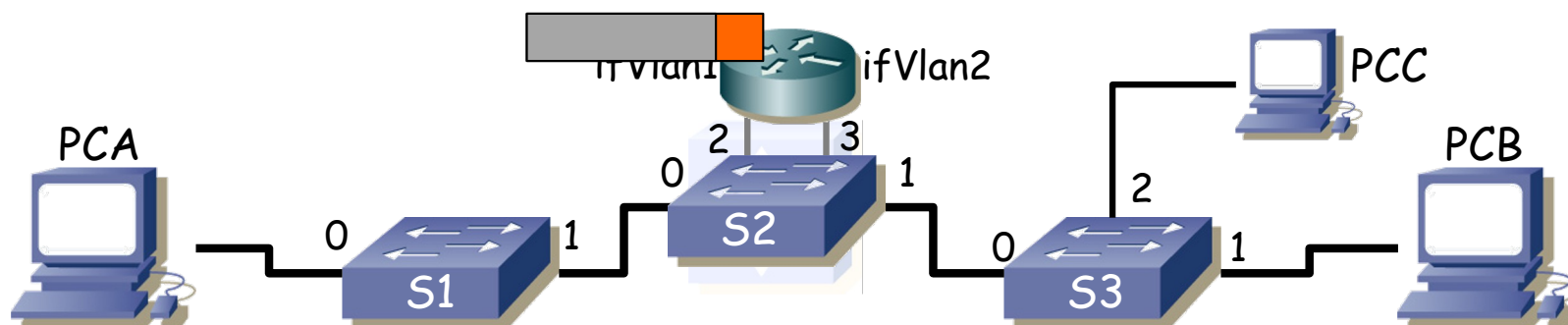
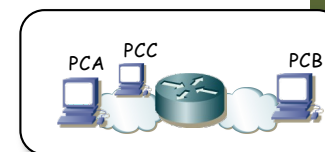
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	2			



Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - PCA envía paquete IP dirigido a PCB
 - PCA reconoce que la dirección IP de PCB está en otra LAN
 - **PCA envía el paquete IP en una trama Ethernet con MAC destino MACr1**
 - La trama Ethernet llega al Switch L2/3 por la VLAN1
 - Switch L2/3 reconoce la MACr1 como de su interfaz ifVlan1
 - La parte “router” del Switch L2/3 extrae el paquete IP

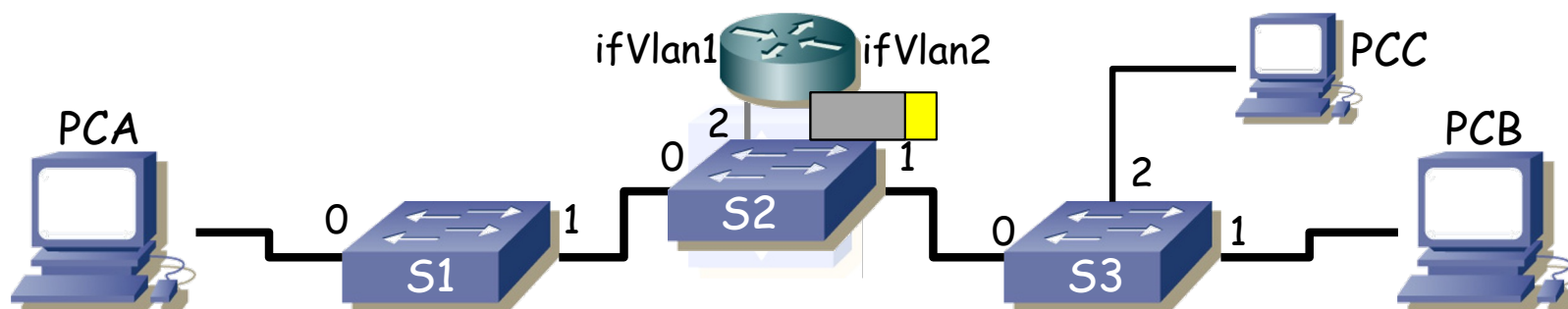
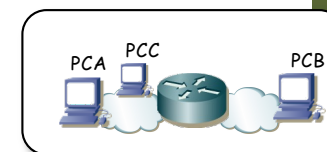
S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	2			



Ejemplo

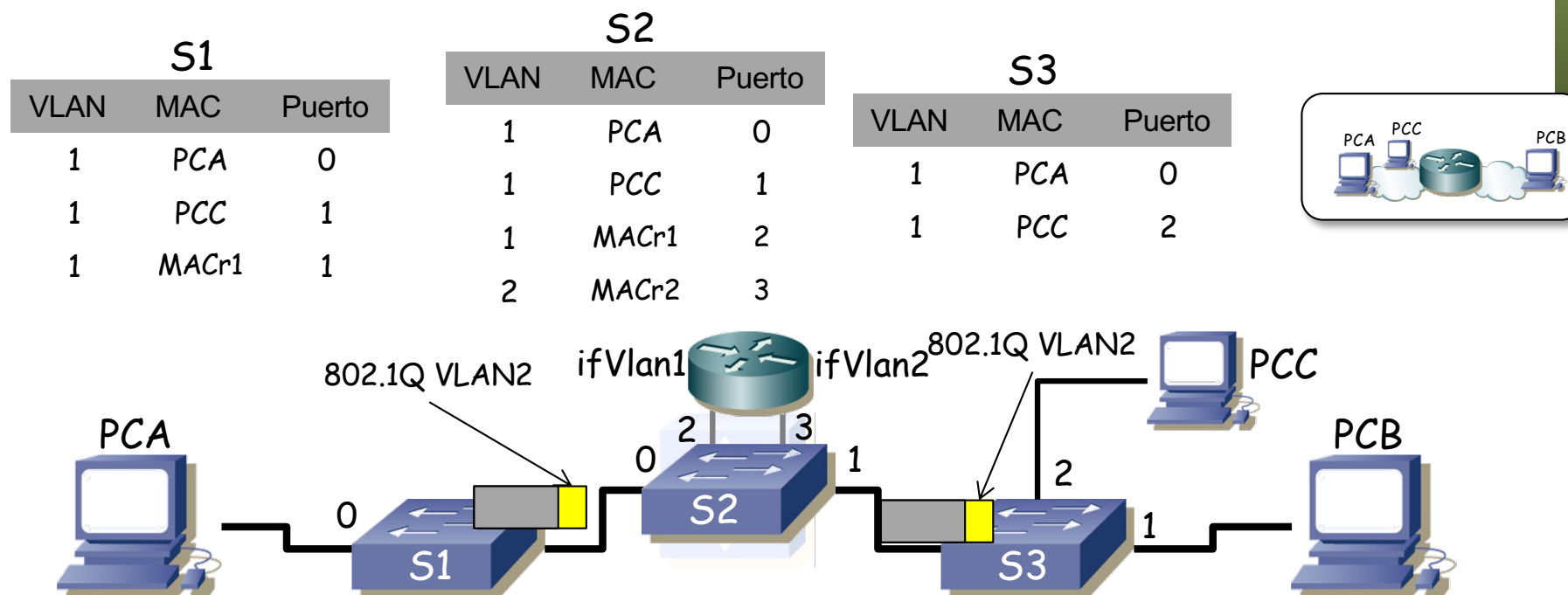
- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - **Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB**
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - Switch L2/3 envía un ARP Request preguntando por la MAC de PCB
 - (...)

S1			S2			S3		
VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto	VLAN	MAC	Puerto
1	PCA	0	1	PCA	0	1	PCA	0
1	PCC	1	1	PCC	1	1	PCC	2
1	MACr1	1	1	MACr1	2	1	PCC	2



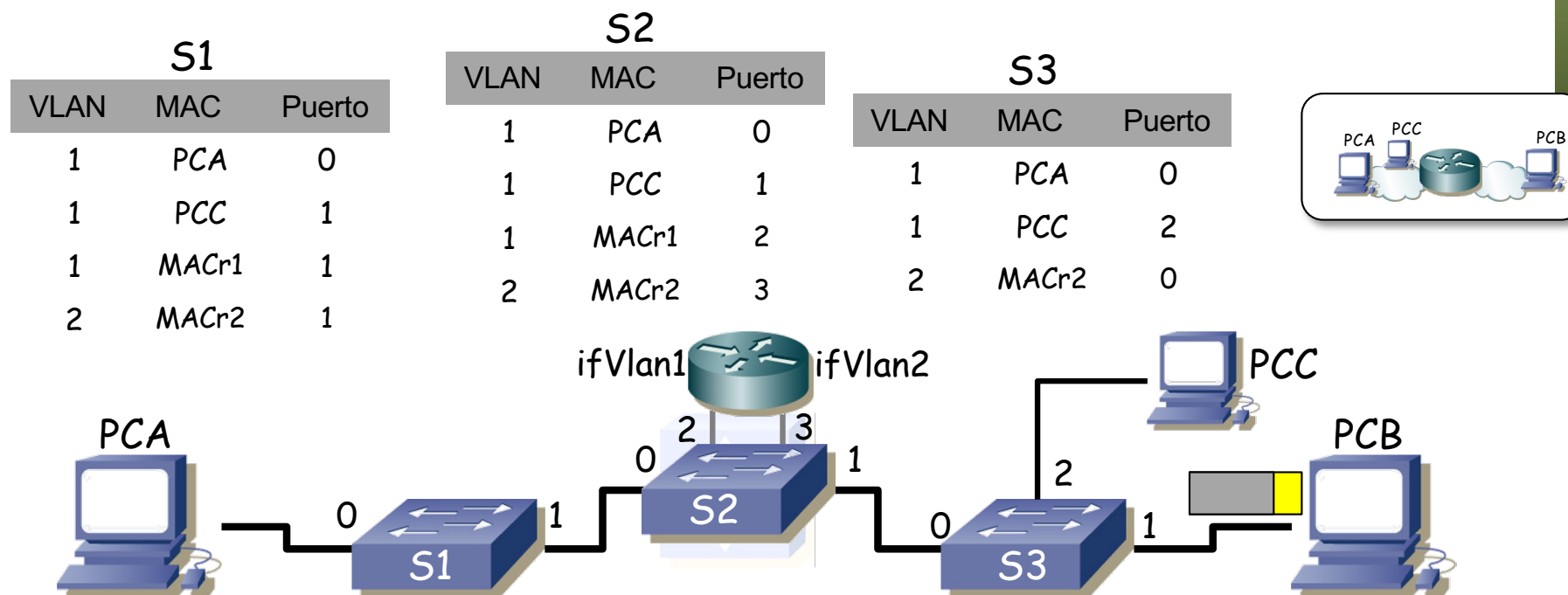
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía un ARP Request preguntando por la MAC de PCB**
 - (...)



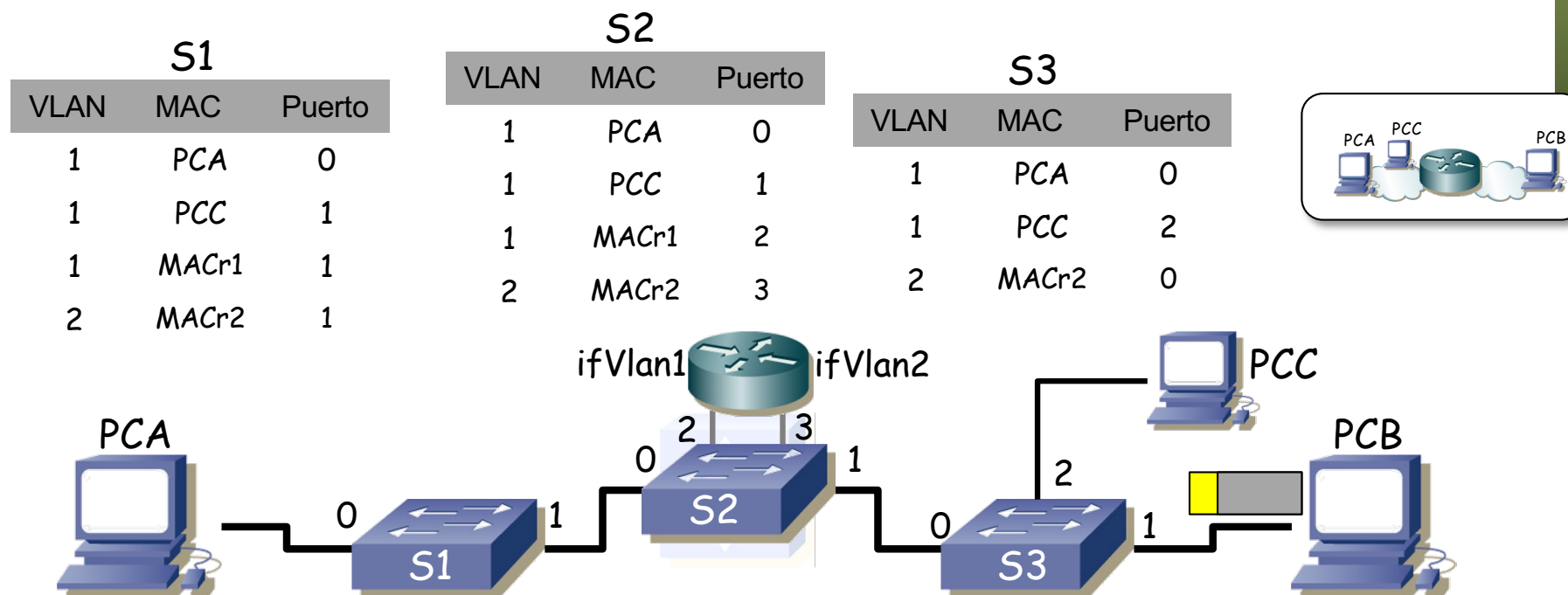
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía un ARP Request preguntando por la MAC de PCB**
 - Los Switches aprenden por dónde se llega a MACr2
 - (...)



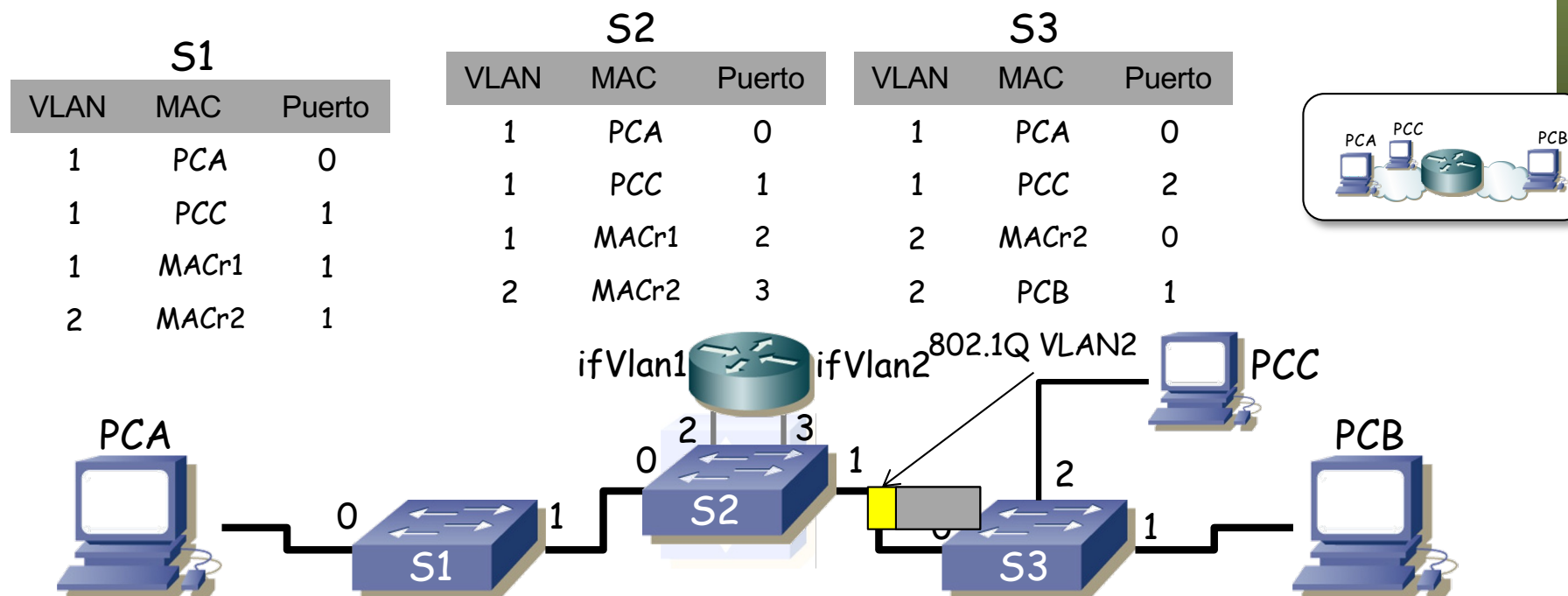
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **PCB envía ARP Reply**
 - (...)



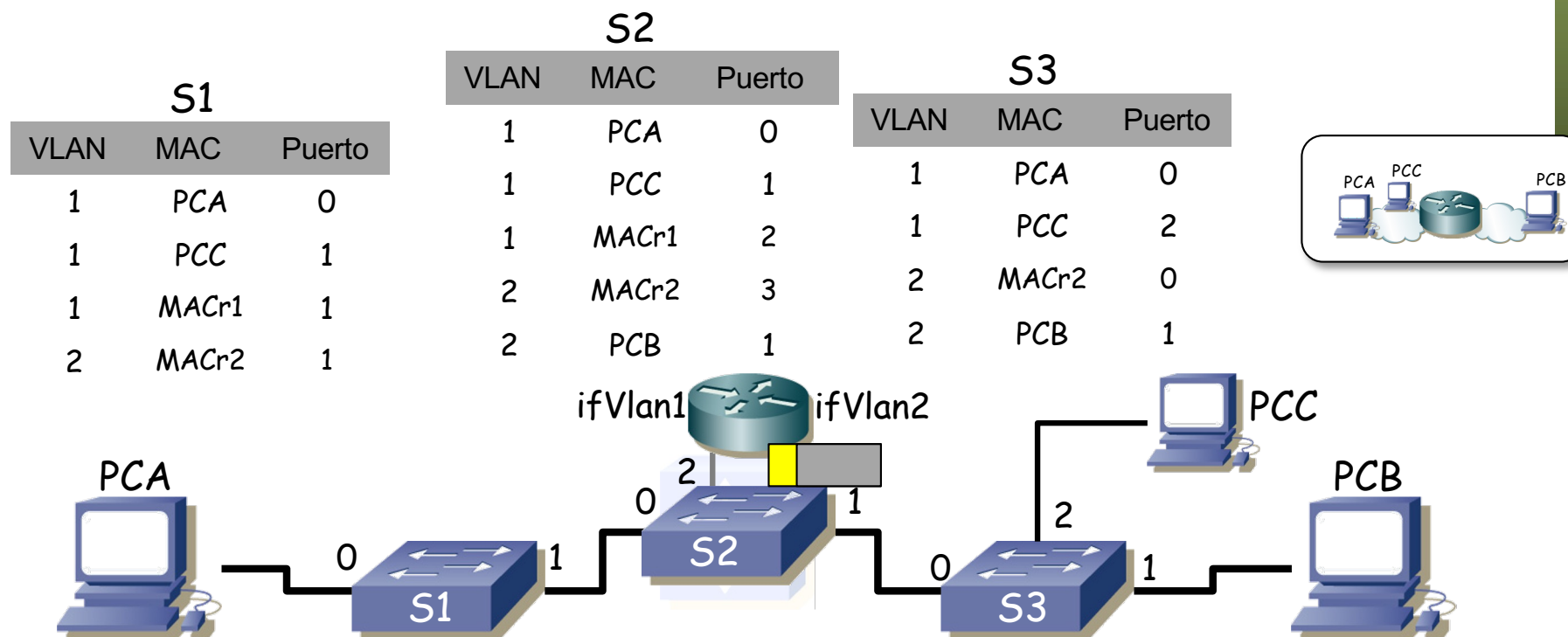
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **PCB envía ARP Reply**
 - (...)



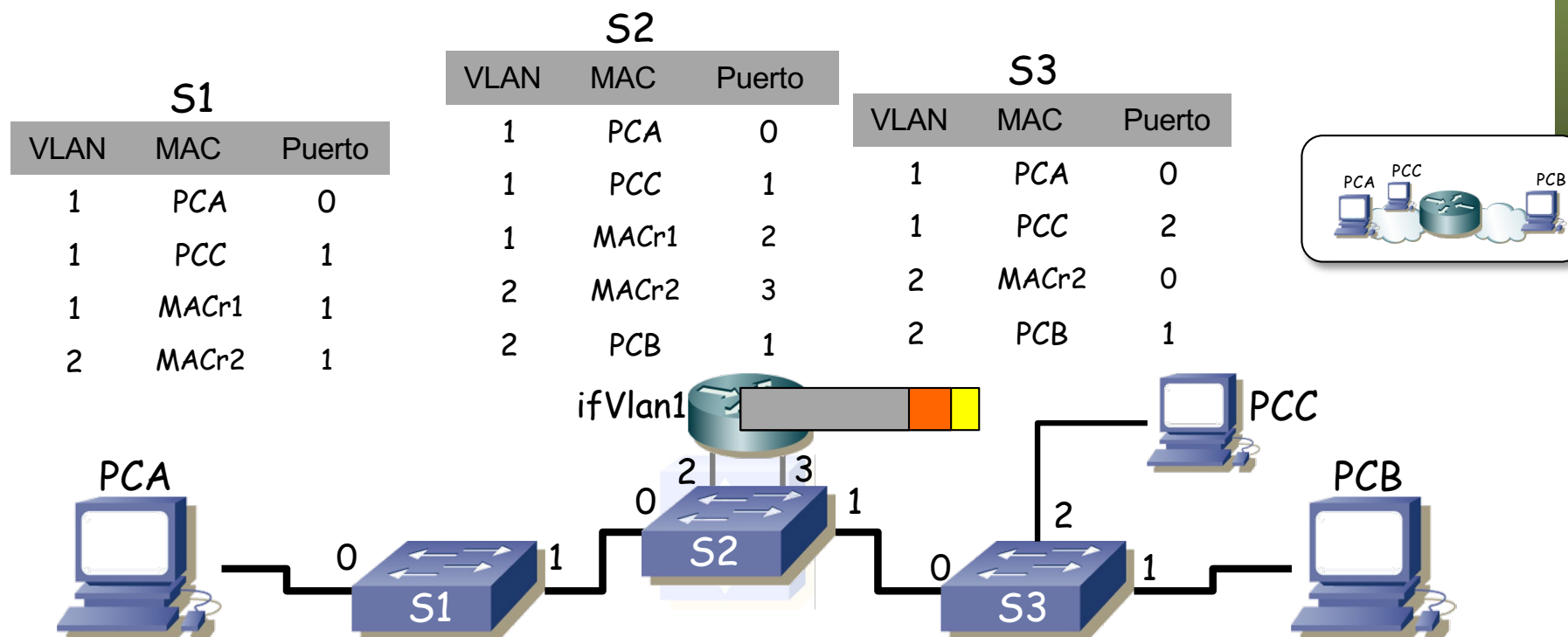
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **PCB envía ARP Reply**
 - Switch L2/3 averigua la dirección MAC de PCB
 - Dos de los switches aprenden por dónde enviar a la MAC de PCB



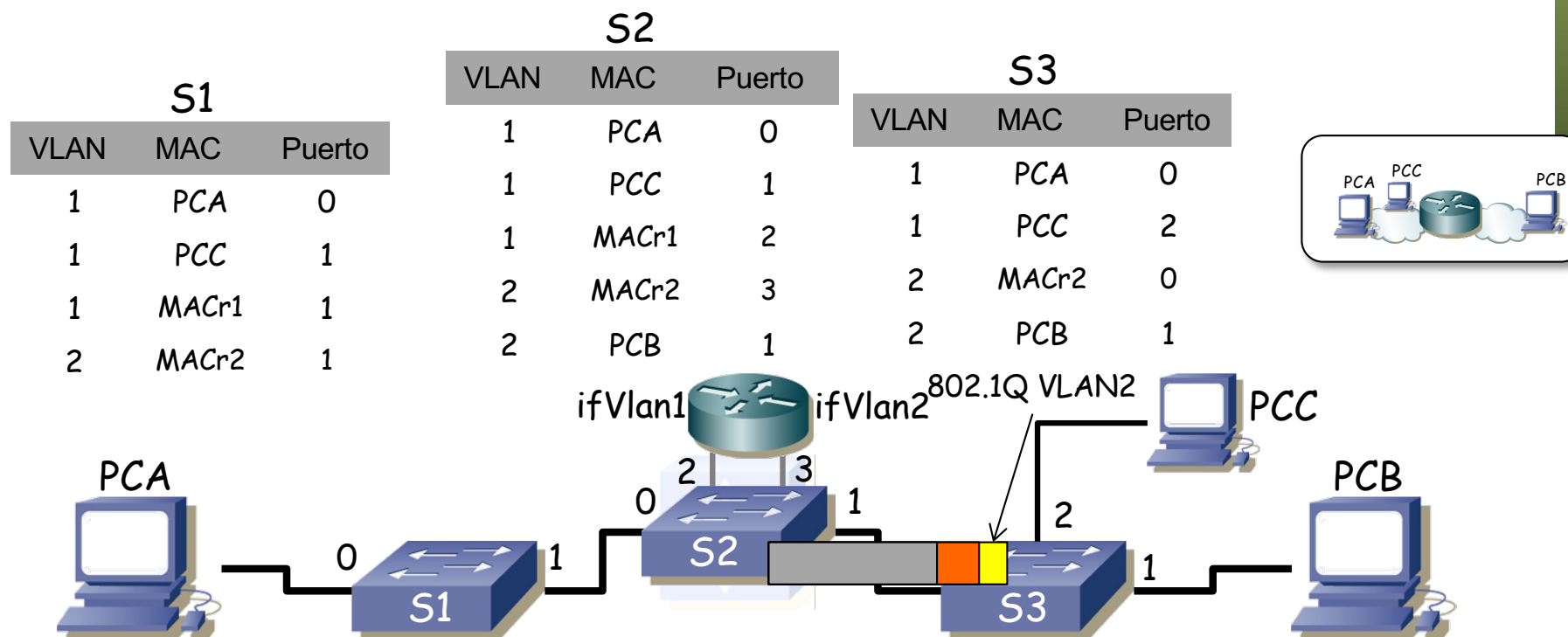
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía el paquete IP en una trama Ethernet por la VLAN2 con MAC destino de PCB**
 - (...)



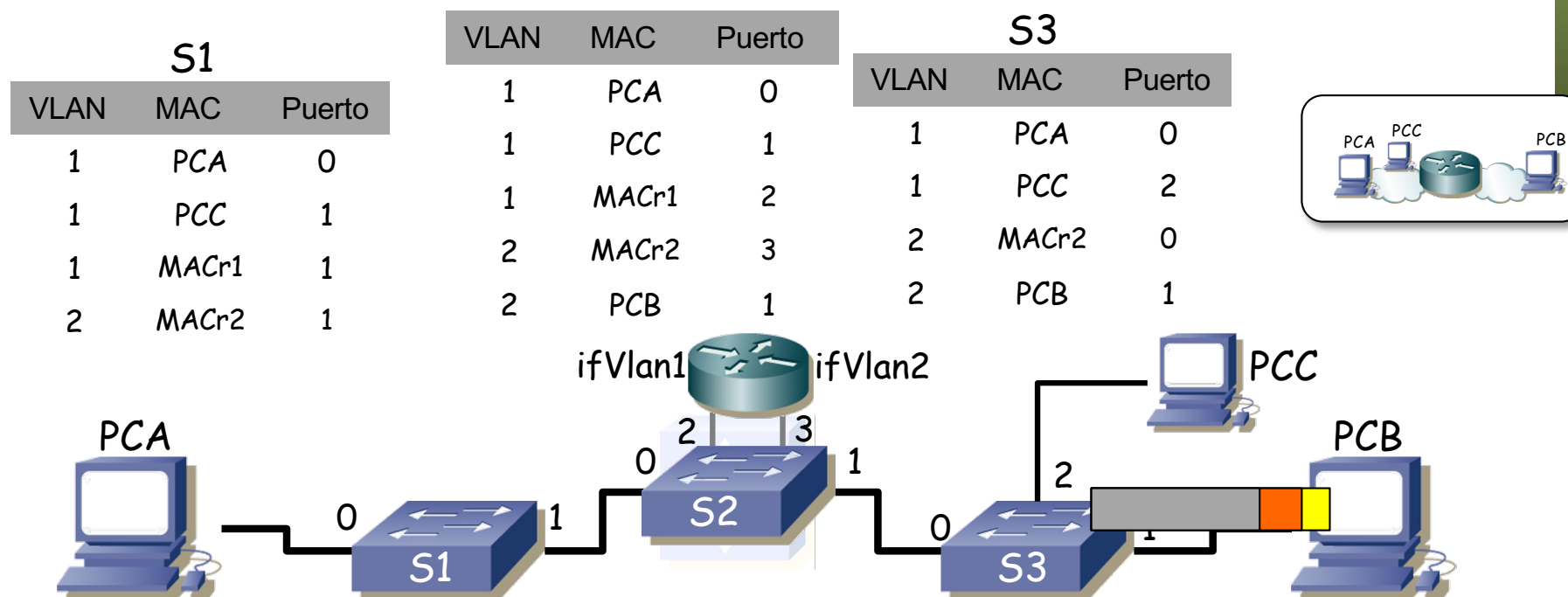
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía el paquete IP en una trama Ethernet por la VLAN2 con MAC destino de PCB**
 - El paquete sigue la información de las tablas de los conmutadores
 - (...)



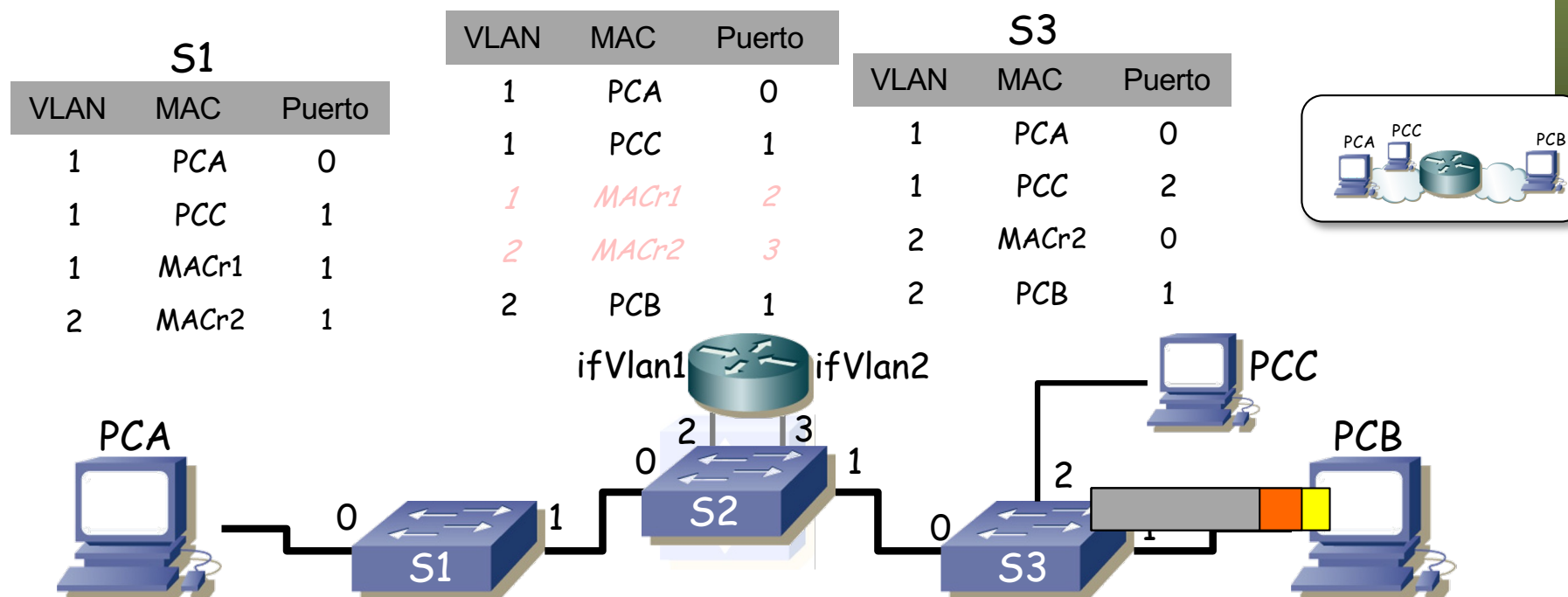
Ejemplo

- ¿Comunicación entre PCA y PCB?
 - Modelamos el Switch L2/3 como un Switch L2 + un Switch L3
 - Switch L2/3 tiene un paquete IP para PCB
 - Toma la decisión de encaminamiento: reenviar por VLAN2, ahí está PCB
 - **Switch L2/3 envía el paquete IP en una trama Ethernet por la VLAN2 con MAC destino de PCB**
 - El paquete sigue la información de las tablas de los conmutadores
 - Hasta llegar al PCB
 - **Y ya está el paquete IP en PCB**



Ejemplo

- Las entradas con las direcciones de los interfaces lógicos del equipo pueden no aparecer en su base de datos de filtrado
- El equipo estará comprobando que la dirección MAC destino coincide con una de las suyas antes de consultar la tabla

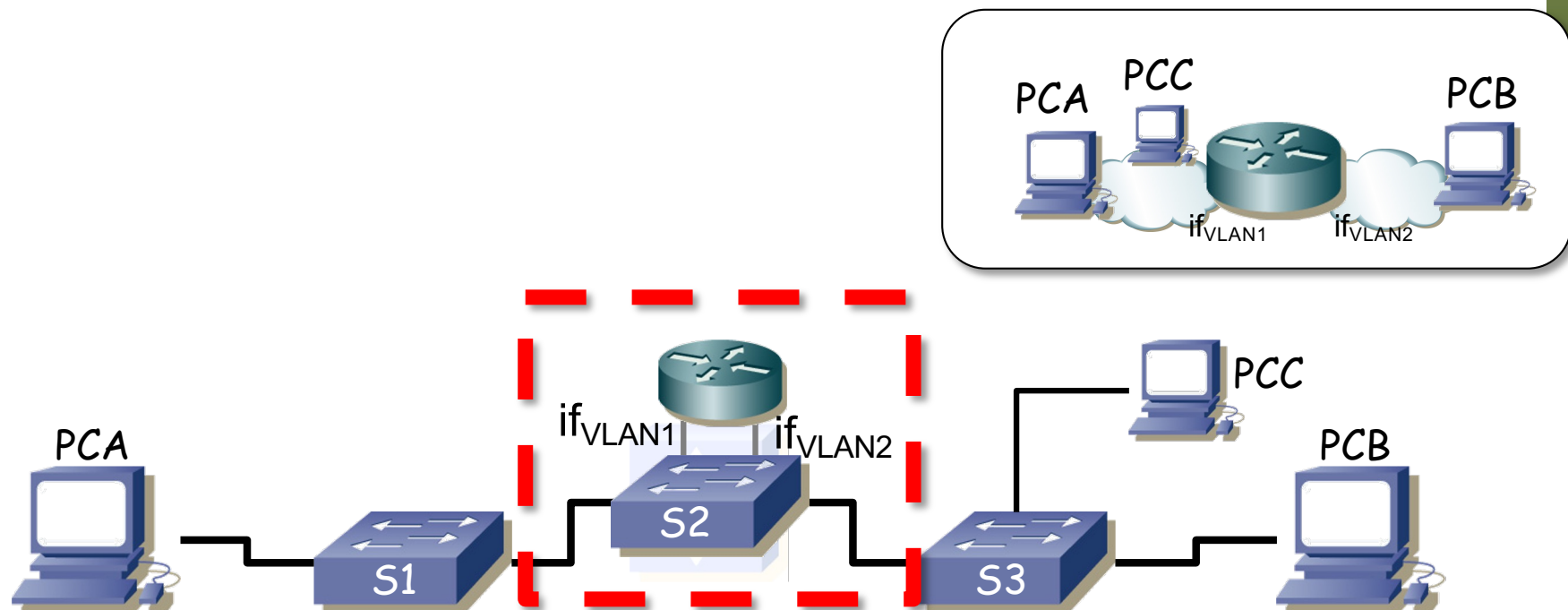


Switch Layer 2/3: Ejemplo

Multilayer switch con puertos enrutados

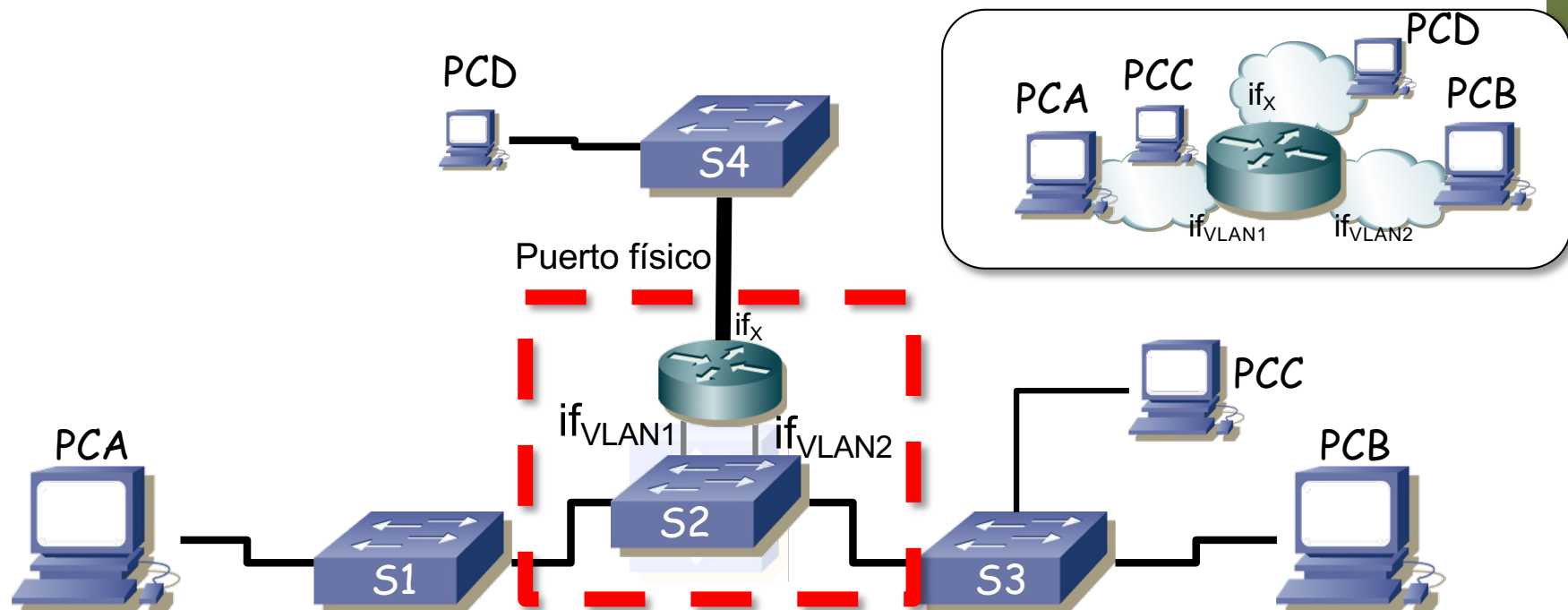
Puertos conmutados

- Hemos visto que se comporta como un conmutador capa 2
- Todos sus puertos conmutan en las VLANs que les permitamos
- Puede encaminar entre VLANs mediante interfaces lógicas en las VLANs



Puertos enrutados

- El equipo puede soportar que algunos de sus puertos NO conmuten en capa 2 con el resto
- Serían puertos enrutados
- En este ejemplo, el tráfico que llegue por if_x para otro PC de la misma VLAN no va a ser conmutado en capa 2
- Si no es para la dirección MAC de if_x del router se descarta
- Aunque por ejemplo llegue de S4 por la VLAN 1



Equipo



Multilayer switch

https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_2930FSwitchSeries.pdf

SPECIFICATIONS



Aruba 2930F 24G 4SFP+ Switch (JL253A)

I/O ports and slots

24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only
4 SFP+ 1/10GbE ports; PHY-less

Memory and processor

Dual Core ARM® Cortex A9 @ 1016 MHz, 1 GB DDR3 SDRAM; Packet buffer size: 12.38 MB
4.5MB Ingress/7.875MB Egress, 4 GB eMMC

Performance

	IPv6 Ready Certified
1,000 Mb Latency	< 3.8 μ s (64-byte packets)
10 Gbps Latency	< 2.9 μ s (64-byte packets)
Throughput	up to 95.2 Mpps
Switching capacity	128 Gbps
Routing table size	2,000 IPv4, 1,000 IPv6 in hardware, 200 OSPF, 256 Static, 10,000 RIP
MAC address table size	32,768 entries

Multilayer switch

https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_2930FSwitchSeries.pdf

SPECIFICATIONS



Aruba 2930F 24G 4SFP+ Switch (JL253A)

I/O ports and slots

24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only
4 SFP+ 1/10GbE ports; PHY-less

Tramas de 64Bytes en enlace 1Gb/s, máximo 1,488,000 pkt/s
 $24 \times 1,488,000 = 35.7 \text{ Mpps}$
Falta contar los 4x10GE (4x14,880,000), total **95.2 Mpps**

Memory and processor

Dual Core ARM® Cortex A9 @ 1016 MHz, 1 GB DDR3 SDRAM; Packet buffer size: 12.38 MB
4.5MB Ingress/7.875MB Egress, 4 GB eMMC

Performance

	IPv6 Ready Certified
1,000 Mb Latency	< 3.8 μ s (64-byte packets)
10 Gbps Latency	< 2.9 μ s (64-byte packets)
Throughput	up to 95.2 Mpps
Switching capacity	128 Gbps
Routing table size	2,000 IPv4, 1,000 IPv6 in hardware, 200 OSPF, 256 Static, 10,000 RIP
MAC address table size	32,768 entries

Multilayer switch

https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_2930FSwitchSeries.pdf

SPECIFICATIONS



Aruba 2930F 24G 4SFP+ Switch (JL253A)

I/O ports and slots

24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only
4 SFP+ 1/10GbE ports; PHY-less

$$(4 \times 10G + 24 \times 1G) \times 2 = 128 \text{ G}$$

Memory and processor

Dual Core ARM® Cortex A9 @ 1016 MHz, 1 GB DDR3 SDRAM; Packet buffer size: 12.38 MB
4.5MB Ingress/7.875MB Egress, 4 GB eMMC

Performance

	IPv6 Ready Certified
1,000 Mb Latency	< 3.8 μs (64-byte packets)
10 Gbps Latency	< 2.9 μs (64-byte packets)
Throughput	up to 95.2 Mpps
Switching capacity	128 Gbps
Routing table size	2,000 IPv4, 1,000 IPv6 in hardware, 200 OSPF, 256 Static, 10,000 RIP
MAC address table size	32,768 entries

Multilayer switch

Connectivity

- Convenient built-in 10 Gbps Ethernet (4 x SFP+) uplinks available on select models
- 12 port fanless model with built-in power supply includes 12 x 1 Gbps Ethernet PoE+ ports and four built-in uplinks (2 x SFP+ and 2 x 1GBASE-T)
- Auto-MDIX provides automatic adjustments for straight-through or crossover cables on all 10/100 and 10/100/1000 ports
- IEEE 802.3at Power over Ethernet (PoE+) provides up to 30 W per port that allows support of the latest PoE+-capable devices such as IP phones, wireless access points, and security cameras, as well as any IEEE 802.3af-compliant end device; eliminates the cost of additional electrical cabling and circuits that would otherwise be necessary in IP phone and WLAN deployments

Resiliency and high availability

- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree provides high link availability by allowing Multiple Spanning Trees; provides legacy support for IEEE 802.1d and IEEE 802.1w
- Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) allows groups of two routers to dynamically back each other up to create highly available routed environments for IPv4 and IPv6 networks (limited to 128 VRs)
- IEEE 802.3ad link aggregation control protocol (LACP) and port trunking support up to 60 static or dynamic trunks active across a stack, with each trunk having up to eight links (ports) per static trunk; and offer support for trunking across stack members

Multilayer switch

Layer 2 switching

- IEEE 802.1ad Q-in-Q increases the scalability of an Ethernet network by providing a hierarchical structure; connects multiple LANs on a high-speed campus or metro network
- VLAN support and tagging support IEEE 802.1Q (4,094 VLAN IDs) and 2K VLANs simultaneously
- Jumbo packet support improves the performance of large data transfers; supports frame size of up to 9,220 bytes
- IEEE 802.1v protocol VLANs isolate select non-IPv4 protocols automatically into their own VLANs
- Rapid Per-VLAN Spanning Tree (RPVST+) allows each VLAN to build a separate spanning tree to improve link bandwidth usage; is compatible with PVST+
- GVRP and MVRP allows automatic learning and dynamic assignment of VLANs

Layer 3 routing

- Static IP routing provides manually configured routing; includes ECMP capability
- 256 static and 10,000 RIP routes facilitate segregation of user data, without adding external hardware
- Routing Information Protocol (RIP) provides RIPv1, RIPv2, and RIPv6 routing
- Access OSPF
 - Provides OSPFv2 and OSPFv3 protocols for routing between access and the next layer on the LAN. Only one OSPF area and up to 8 interfaces are supported.
- Policy-based routing uses a classifier to select traffic that can be forwarded based on policy set by the network administrator (limited to 16 next hop routes)

Multilayer switch

STANDARDS AND PROTOCOLS (APPLIES TO ALL PRODUCTS IN SERIES)

Denial of service protection

- CPU DoS Protection

Device management

- RFC 1155 Structure and Management Information (SMIv1)
- RFC 1157 SNMPv1/v2c
- RFC 1591 DNS (client)
- RFC 1901 (Community based SNMPv2)
- RFC 1901-1907 SNMPv2c, SMIv2 and Revised MIB-II
- RFC 1908 (SNMPv1/v2 Coexistence)
- RFC 2576 (Coexistence between SNMPv1, v2, v3)
- RFC 2578-2580 SMIv2
- RFC 2579 (SMIv2 Text Conventions)
- RFC 2580 (SMIv2 Conformance)
- RFC 2819 (RMON groups Alarm, Event, History, and Statistics only)
- RFC 3416 (SNMP Protocol Operations v2)
- RFC 3417 (SNMP Transport Mappings)
- HTML and Telnet management
- HTTP, SSHv1, and Telnet
- Multiple Configuration Files
- Multiple Software Images
- SNMPv3 and RMON RFC support
- SSHv1/SSHv2 Secure Shell
- TACACS/TACACS+
- Web UI

General protocols

- IEEE 802.1ad Q-in-Q
- IEEE 802.1AX-2008 Link Aggregation
- IEEE 802.1d MAC Bridges

- RFC 951 BOOTP
- RFC 1058 RIPv1
- RFC 1256 ICMP Router Discovery Protocol (IRDP)
- RFC 1350 TFTP Protocol (revision 2)
- IEEE 802.1v VLAN classification by Protocol and Port
- RFC 1519 CIDR IEEE 802.1w Rapid Reconfiguration of Spanning Tree
- RFC 1542 BOOTP Extensions IEEE 802.3ab 1000BASE-T
- RFC 1918 Address Allocation for Private Internet
- RFC 2030 Simple Network Time Protocol (SNTP) v4
- RFC 2131 DHCP
- RFC 2236 IGMP Snooping
- RFC 2453 RIPv2
- RFC 2865 Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)
- RFC 2866 RADIUS Accounting
- RFC 3046 DHCP Relay Agent Information Option
- RFC 3411 An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks
- RFC 3412 Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)
- RFC 3413 Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications
- RFC 3414 User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)
- RFC 3415 View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)
- RFC 3416 Protocol Operations for SNMP
- RFC 3417 Transport Mappings for the Simple Network Management Protocol (SNMP)
- RFC 3418 Management Information Base (MIB) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)