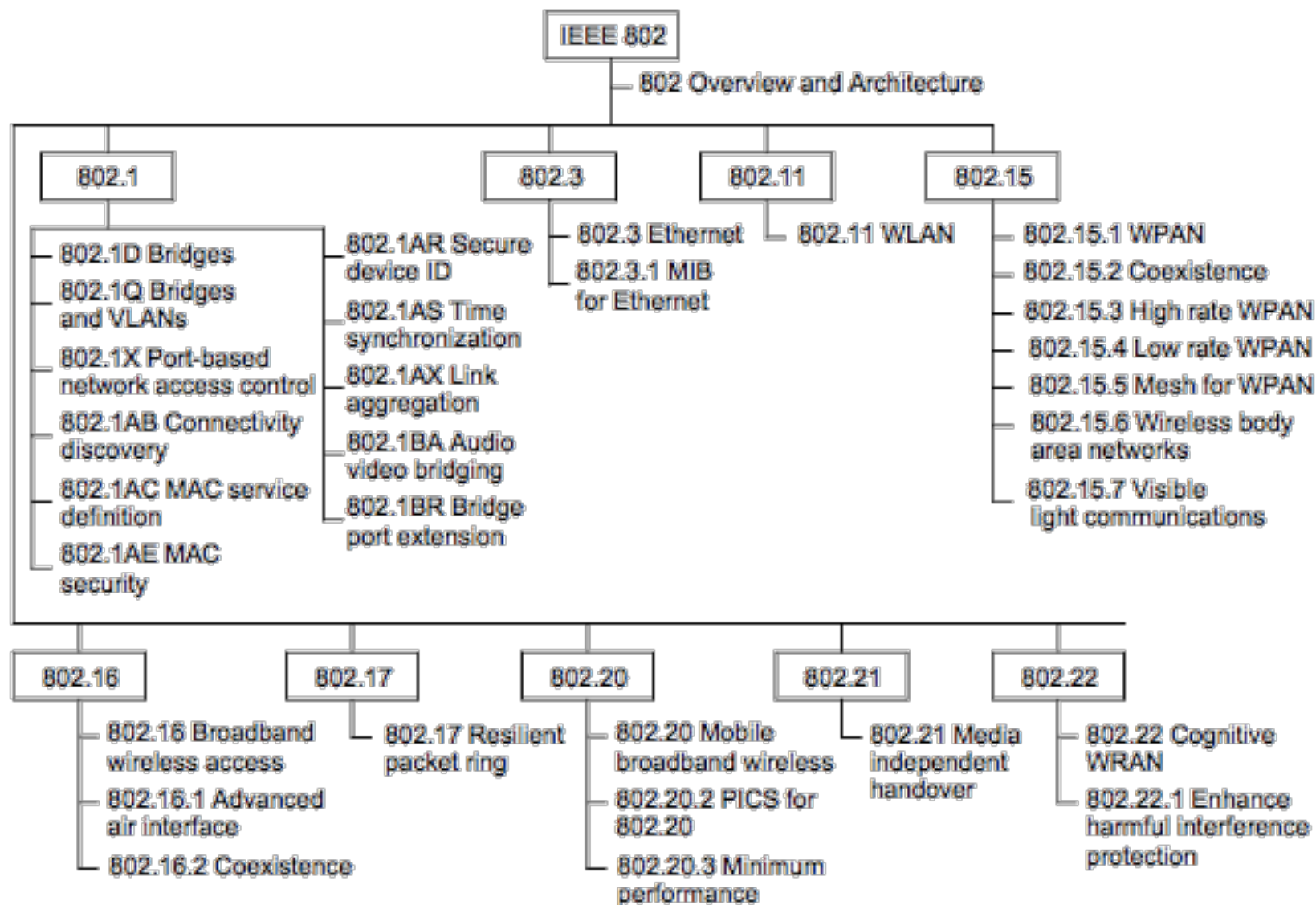


# Repaso LAN

# IEEE 802



**Figure 1—Current family of IEEE 802 standards and recommended practices**

# Tecnologías Ethernet

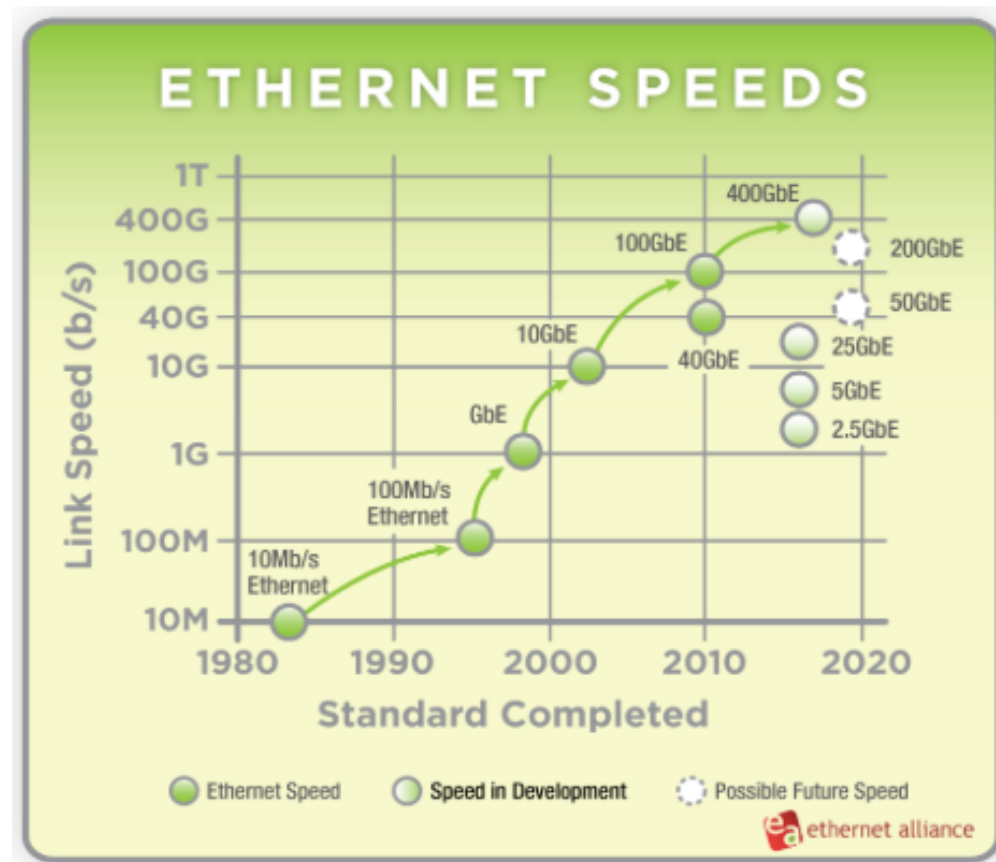
100Base-X

1000Base-X

10GBase-X

40GBase-X

100GBase-X



# Próximas versiones

- **2.5G/5G**
  - 802.3bz (Se espera para 2016)
  - Empleando cat. 5e y 6 (gran planta instalada)
  - Útil para salidas de Access Points
    - 802.11n: 600Mbps
    - 802.11ac (wave 1, wave 2): 3.47 – 6.93 Gbps (2017)
    - 802.11ax (2019+): 4x?
    - Hace falta el 75% de la tasa inalámbrica en el cableado



# Próximas versiones

- **25G**
  - 802.3by (desde Dic. 2014, se espera para 2016)
  - Más eficiente que 40G (40G es 4x10G, 25G es 1)
  - Mejor utilización de capacidad de conmutación de ASICs (2015 ya a 3.2Tbps)
  - Para servidores

| Physical Layer Reach        | 1 m Backplane               | 3 m Copper Cable            | 5 m Copper Cable            | 30 m Twisted-Pair       | 70 m OM3 / 100 m OM4        |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Name                        | 25GBASE-KR                  | 25GBASE-CR-S                | 25GBASE-CR                  | 25GBASE-T               | 25GBASE-SR                  |
| Standard                    | September 2016 IEEE 802.3by | September 2016 IEEE 802.3by | September 2016 IEEE 802.3by | March 2016 IEEE 802.3bq | September 2016 IEEE 802.3by |
| Electrical Signaling (Gb/s) | 1 x 25                      | 1 x 25                      | 1 x 25                      | 1 x 25                  | 1 x 25                      |
| Media Signaling (Gb/s)      | 1 x 25                      | 1 x 25                      | 1 x 25                      | 1 x 25                  | 1 x 25                      |
| Media Type                  | Backplane                   | Twinax Copper               | Twinax Copper               | Cat 8                   | Duplex MMF                  |
| Module Type                 | Backplane                   | SFP28                       | SFP28                       | RJ45                    | SFP28                       |
| Market Availability         | 2016+                       | 2016+                       | 2016+                       | 2016+                   | 2016+                       |

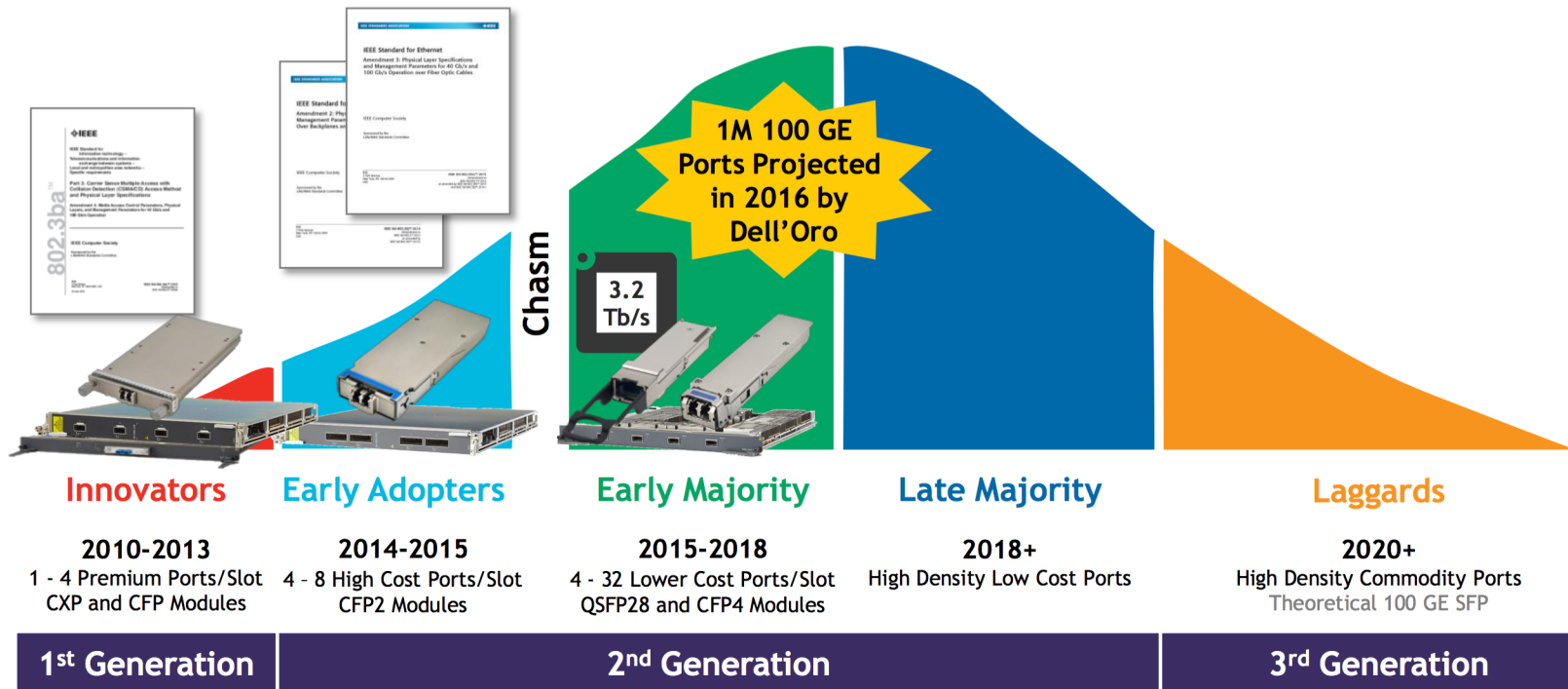
# Próximas versiones

- **40G**
  - 40GBASE-T (802.3bq, para marzo de 2016)
  - 30 metros
  - 802.3bq también trabajan en 25Gbps sobre twin-axial hasta 5m

|                      | Data Center Server and Access<br>40 GE to 4 x 10 GE Breakout                                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                                               | Aggregation and Core<br>Native 40 GE                                                                                    |                                                                                                             |                                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Physical Layer Reach | 10 m<br>Passive Copper Cable                                                                                                    | 100 m<br>OM3/OM4                                                                                                              | 7 m<br>Passive Copper Cable                                                                                                   | 100 m OM3/<br>150 m OM4                                                                                                 | 10 km<br>SMF                                                                                                | 40 km<br>SMF                                                                                                |
| Pluggable Module     | <br>10GSFP+Cu                                 | <br>10GBASE-SR                              | <br>40GBASE-CR4                            | <br>40GBASE-SR4                     | <br>40GBASE-LR4         | <br>40GBASE-ER4         |
| Media                | <br>Integrated Twinax<br>(QSFP+ to 4 x SFP+) | <br>Parallel MMF<br>(MPO to 4 x Duplex LC) | <br>Integrated Twinax<br>(QSFP+ to QSFP+) | <br>Parallel MMF<br>(12-Fiber MPO) | <br>Duplex SMF<br>(LC) | <br>Duplex SMF<br>(LC) |
| Standard             | July 2009<br>SFF-8431                                                                                                           | June 2002<br>IEEE 802.3ae                                                                                                     | June 2010<br>IEEE 802.3ba                                                                                                     | June 2010<br>IEEE 802.3ba                                                                                               | June 2010<br>IEEE 802.3ba                                                                                   | February 2015<br>IEEE 802.3bm                                                                               |

# Próximas versiones

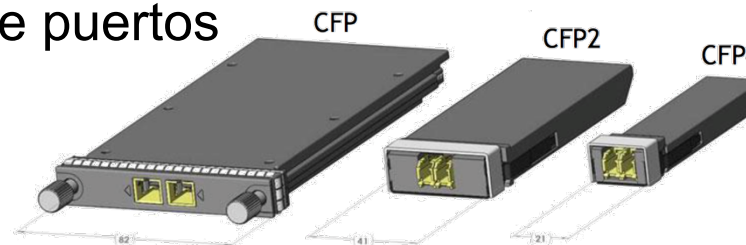
- **100G**
  - Primera generación eran 10x10Gbps
  - Segunda generación 4x25Gbps (menor tamaño y consumo)



# Próximas versiones

- **100G**

- Se está reduciendo el tamaño de los módulos
- Eso permite mayor densidad de puertos



| Physical Layer Reach        | 1 m Backplane                | 5 m Copper Cable          | 7 m Copper Cable          | 70 m OM3 / 100 m OM4          | 100 m OM3 / 150 m OM4       | 2 km SMF                | 10 km SMF                |                               | 40 km SMF                |                           |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Name                        | 100GBASE-KP4<br>100GBASE-KR4 | 100GBASE-CR4              | 100GBASE-CR10             | 100GBASE-SR4                  | 100GBASE-SR10               | 10x10-2km               | 10x10-10km               | 100GBASE-LR4                  | 10x10-40km               | 100GBASE-ER4*             |
| Standard                    | June 2014<br>IEEE 802.3bj    | June 2014<br>IEEE 802.3bj | June 2010<br>IEEE 802.3ba | February 2015<br>IEEE 802.3bm | June 2010<br>IEEE 802.3ba   | March 2011<br>10x10 MSA | August 2011<br>10x10 MSA | June 2010<br>IEEE 802.3ba     | August 2011<br>10x10 MSA | June 2010<br>IEEE 802.3ba |
| Electrical Signaling (Gb/s) | 4 x 25                       | 4 x 25                    | 10 x 10                   | 4 x 25                        | 10 x 10                     | 10 x 10                 | 10 x 10                  | 10 x 10                       | 10 x 10                  | 10 x 10                   |
| Media Signaling (Gb/s)      | 4 x 25<br>NRZ and PAM-4      | 4 x 25                    | 10 x 10                   | 4 x 25<br>850 nm              | 10 x 10<br>850 nm           | 10 x 10<br>1310 nm λs   | 10 x 10<br>1310 nm λs    | 4 x 25<br>1550 nm λs          | 10 x 10<br>1310 nm λs    | 4 x 25<br>1550 nm λs      |
| Media Type                  | Backplane                    | Twinax Copper             | Twinax Copper             | Parallel MMF (12-Fiber MPO)   | Parallel MMF (24-Fiber MPO) | Duplex SMF              | Duplex SMF               | Duplex SMF                    | Duplex SMF               | Duplex SMF                |
| Module Type                 | Backplane                    | CFP2, CFP4, QSFP28        | CXP, CFP2, CFP4, QSFP28   | CFP2, CFP4, CPAK, QSFP28      | CFP, CFP2, CFP4, CPAK, CXP  | CFP                     | CFP                      | CFP, CFP2, CFP4, CPAK, QSFP28 | CFP                      | CFP, CFP2                 |
| Market Availability         | 2014+                        | 2014+                     | 2010                      | 2015+                         | 2012                        | 2011                    | 2011                     | 2010                          | TBD                      | 2012                      |

Greg Hankins "Evolution of Ethernet Speeds – What's New and What's Next", RIPE 70, <https://ripe70.ripe.net/archives/video/7/>

# Próximas versiones

- **400G**
  - IEEE P802.3bs 400GbE Task Force (esperado para 2017)
  - Se plantean diferentes opciones en: velocidad de cada señal, modulación, número de  $\lambda$ , número de fibras
  - Terabit/s a día de hoy no es práctico (¿2020?)

| Physical Layer Reach | 100 m MMF                | 500 m SMF              | 2 km SMF               | 10 km SMF              |
|----------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 25 Gb/s NRZ          | 16 $\lambda$ x<br>16 MMF |                        |                        |                        |
| 50 Gb/s NRZ          |                          | 2 $\lambda$ x<br>4 SMF | 8 $\lambda$ x<br>1 SMF | 8 $\lambda$ x<br>1 SMF |
| 50 Gb/s PAM-4        |                          |                        | 8 $\lambda$ x<br>1 SMF | 8 $\lambda$ x<br>1 SMF |
| 100 Gb/s PAM-4       |                          | 1 $\lambda$ x<br>4 SMF | 4 $\lambda$ x<br>1 SMF |                        |
| 100 Gb/s DMT         |                          |                        |                        | 4 $\lambda$ x<br>1 SMF |

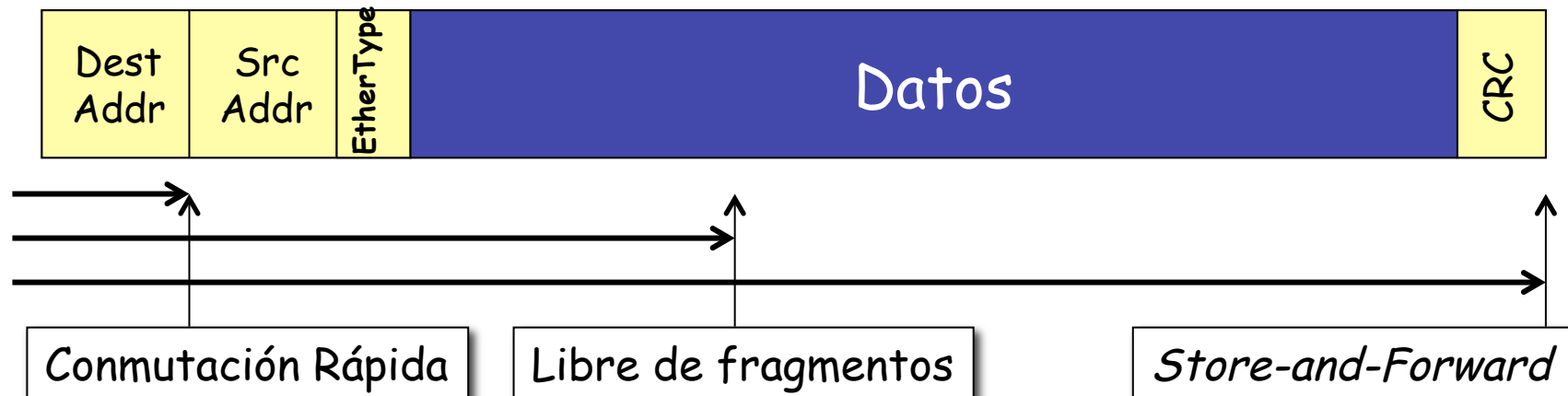
# Técnicas de conmutación

## Store-and-forward

- Espera a recibir toda la trama
- Mayor latencia

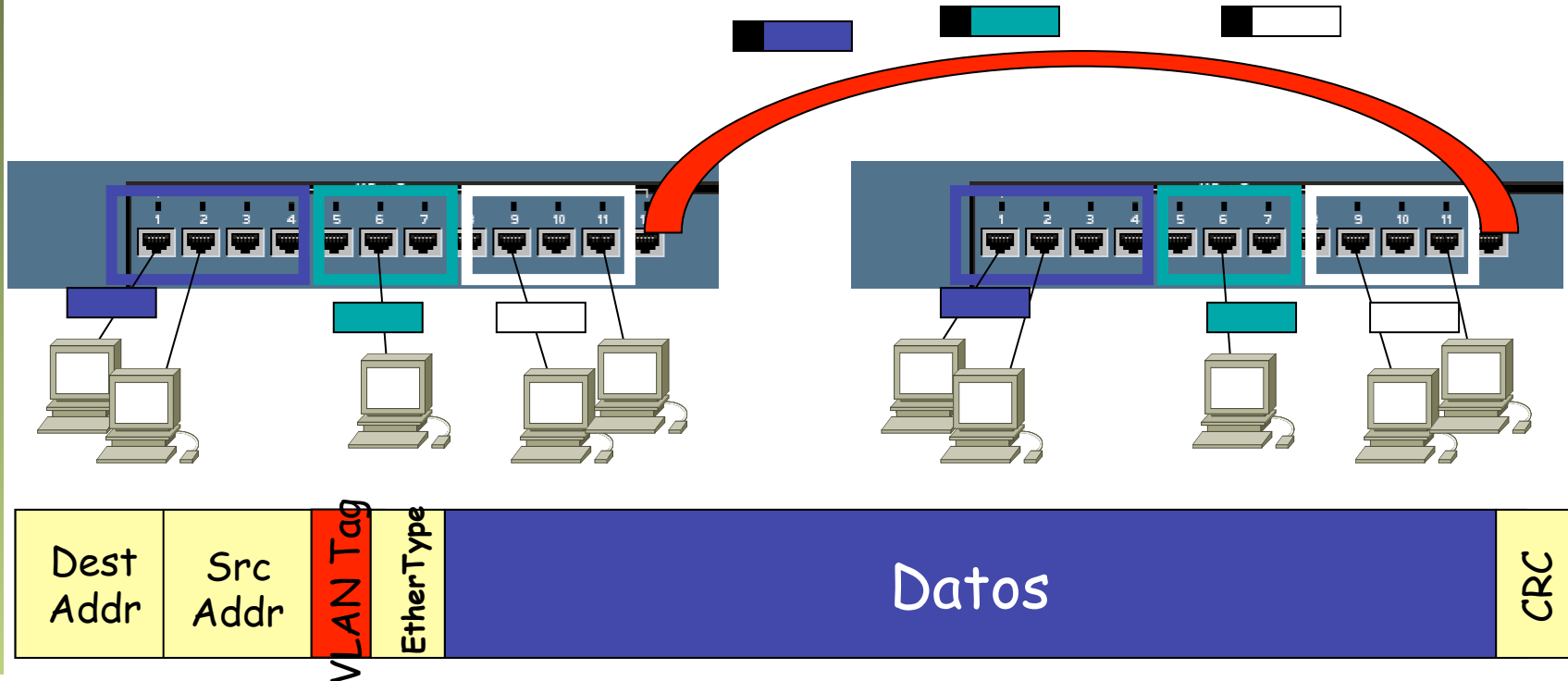
## Cut-through

- Una vez procesada la MAC destino
- Menor latencia
- Más errores
- Tipos:
  - Rápida (...)
  - Libre de fragmentos



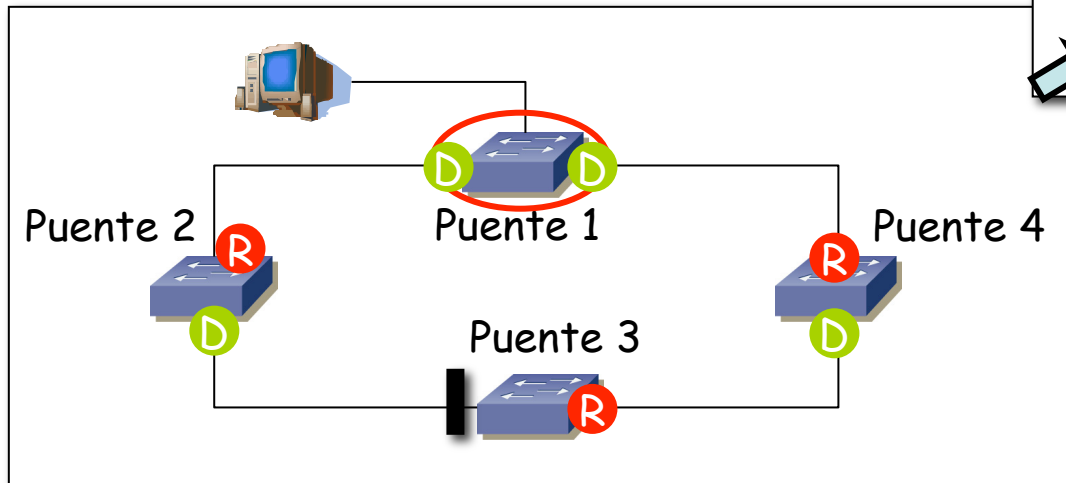
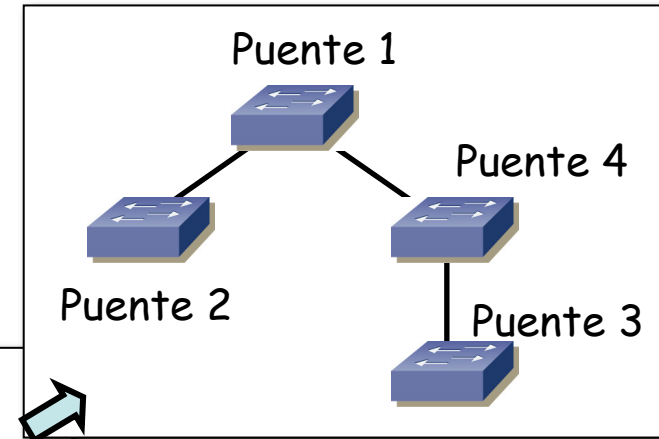
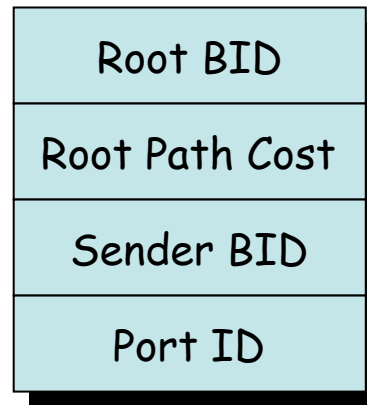
# VLANs, 8021Q

- Dominios de broadcast independientes
- Normalmente aprendizaje de direcciones MAC independiente
- Comunicación entre ellas mediante routers



# Spanning Tree Protocol

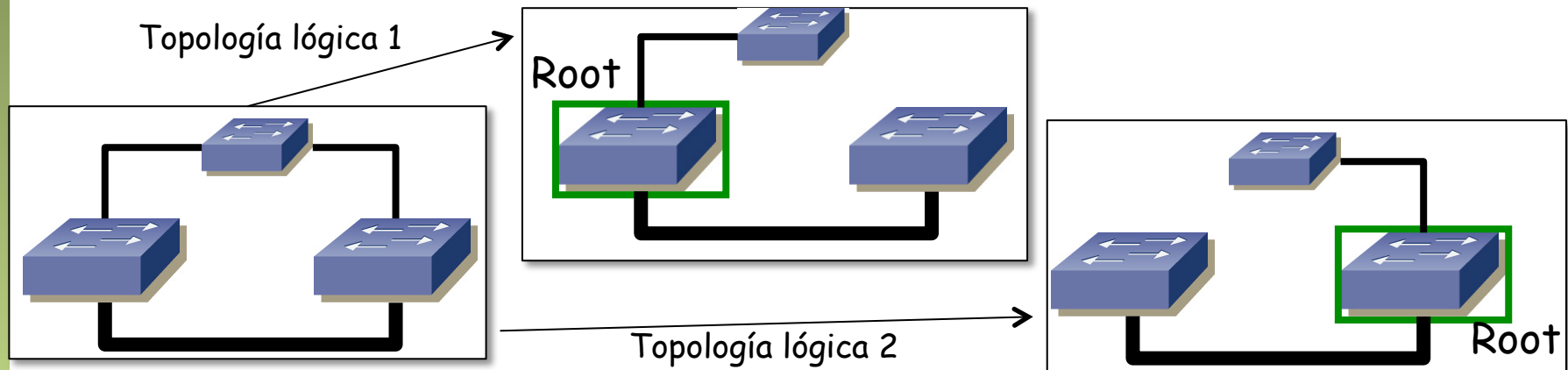
- Puente raíz
- Costes por enlace, *Root-Path-Cost*
- Prioridades de puente y puerto



# VLANs y Spanning Trees

## MSTP

- MSTP = Multiple Spanning Tree Protocol (modificación 802.1s a 802.1Q)
- Un ST por *grupo* de VLANs (que puede ser de una)
- Lo que se llama una MSTI (MST Instance)
- Una topología lógica por VLAN o por grupo de VLANs
- Para cada MSTI se pueden cambiar parámetros de ST, por ejemplo la prioridad para cambiar el Root Bridge o los costes de los enlaces
- Ejemplo: topología física con solo 2 posibles topologías lógicas, si se tienen N VLANs ( $N > 2$ ) no es rentable calcular N STs

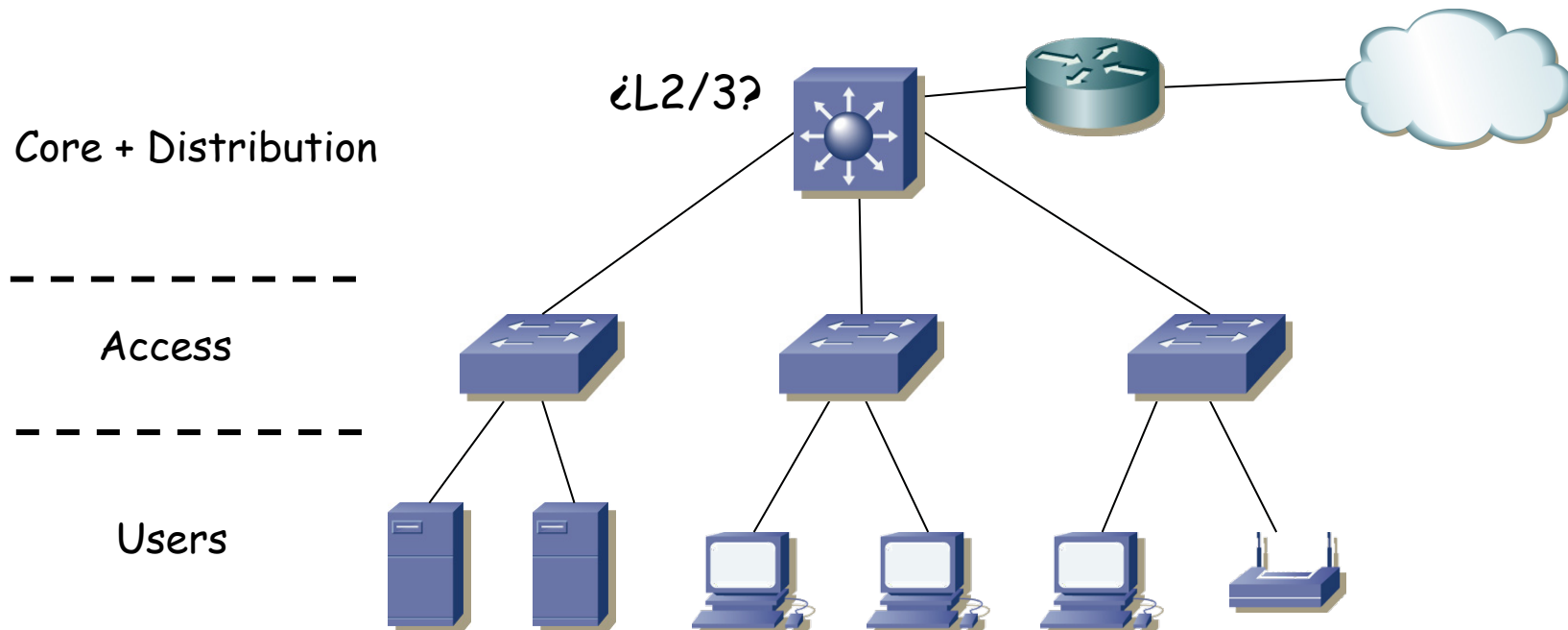


# Diseño de Campus LAN

# *Collapsed core*

# *Collapsed core (2-tiers)*

- Tal vez un centenar de usuarios o más
- Crecimiento añadiendo conmutadores de acceso
- No hay protección pero se activa STP para evitar bucles si alguien conecta algo mal
- Switch de distribución puede hacer tareas de capa 3 (...)



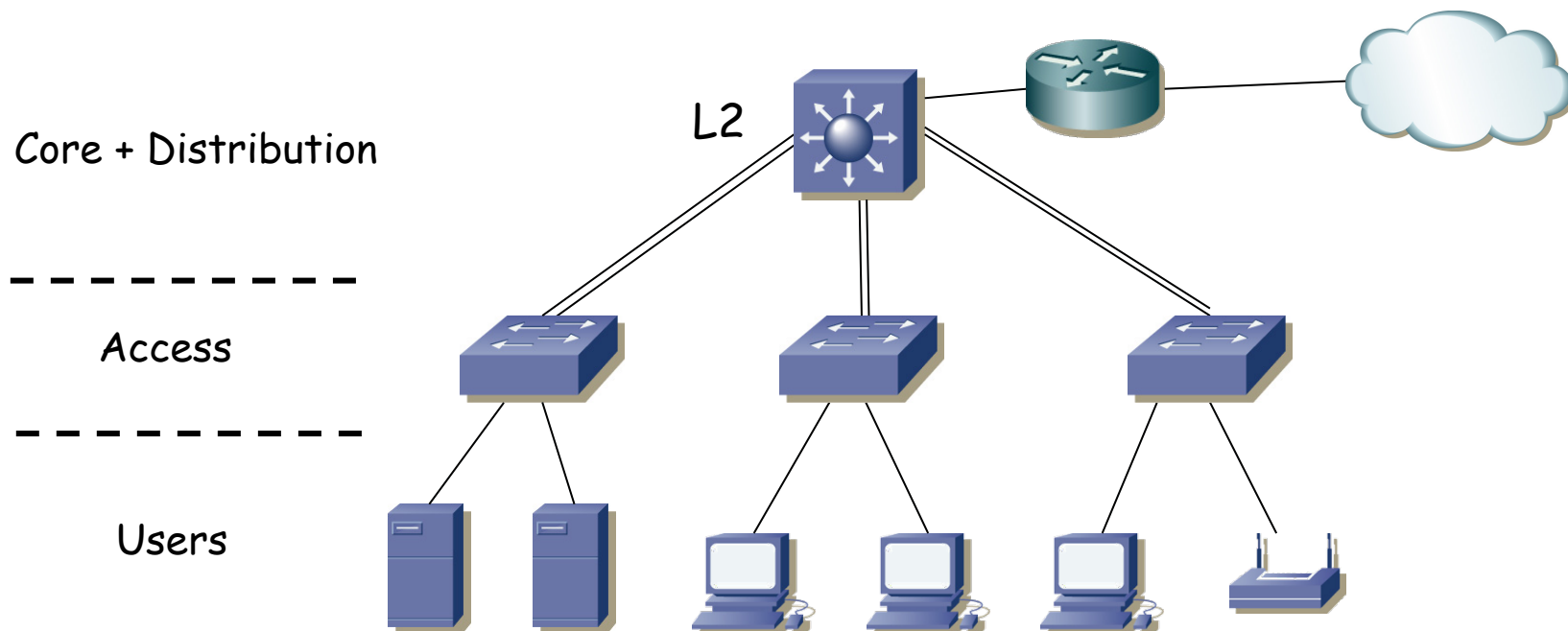
# *Collapsed core (2-tiers)*

- Tal vez un centenar de usuarios o más
- Crecimiento añadiendo conmutadores de acceso
- No hay protección pero se activa STP para evitar bucles si alguien conecta algo mal
- Switch de distribución puede hacer tareas de capa 3 o no (entonces varios enlaces al router de acceso o un trunk)
- (...)



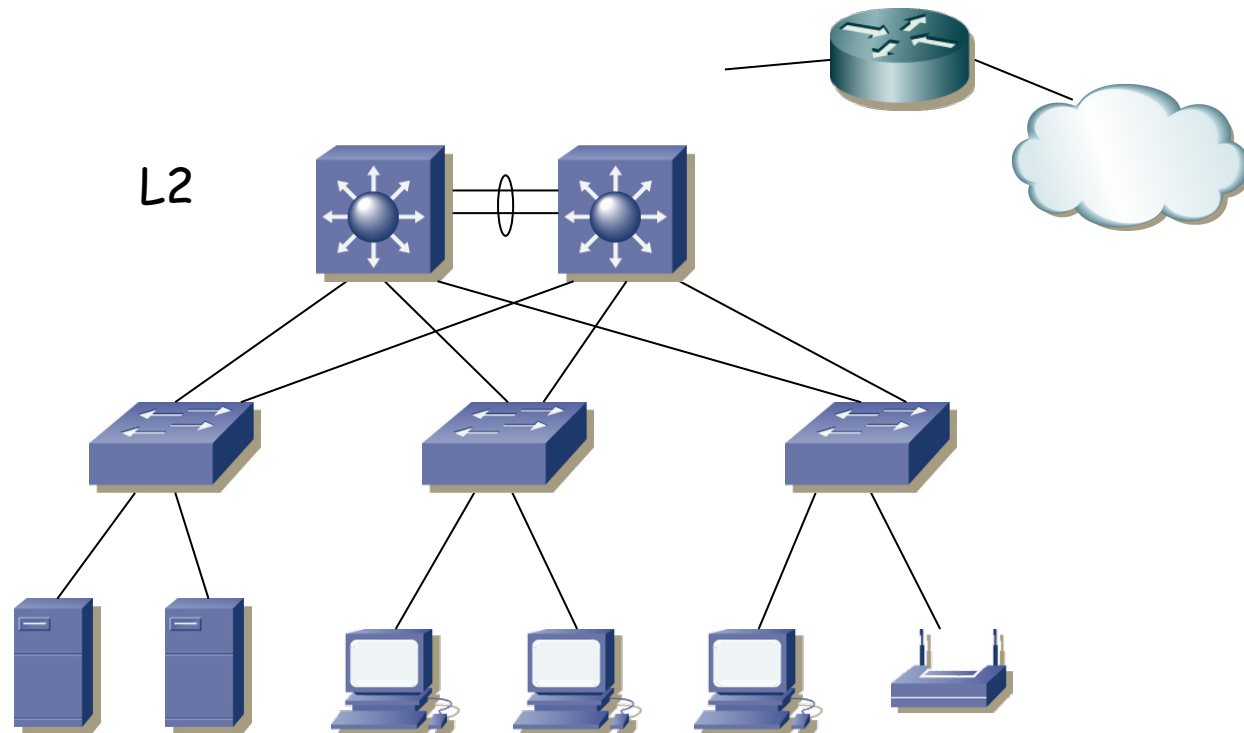
# Collapsed core (2-tiers)

- Si la red es crítica, necesitará cierta protección
  - Desactivados con STP (árbol único) o agregados con 802.3ad
  - Cierta redundancia pero topología *loop-free* (si son agregados)
  - Switch de distribución es un punto de fallo



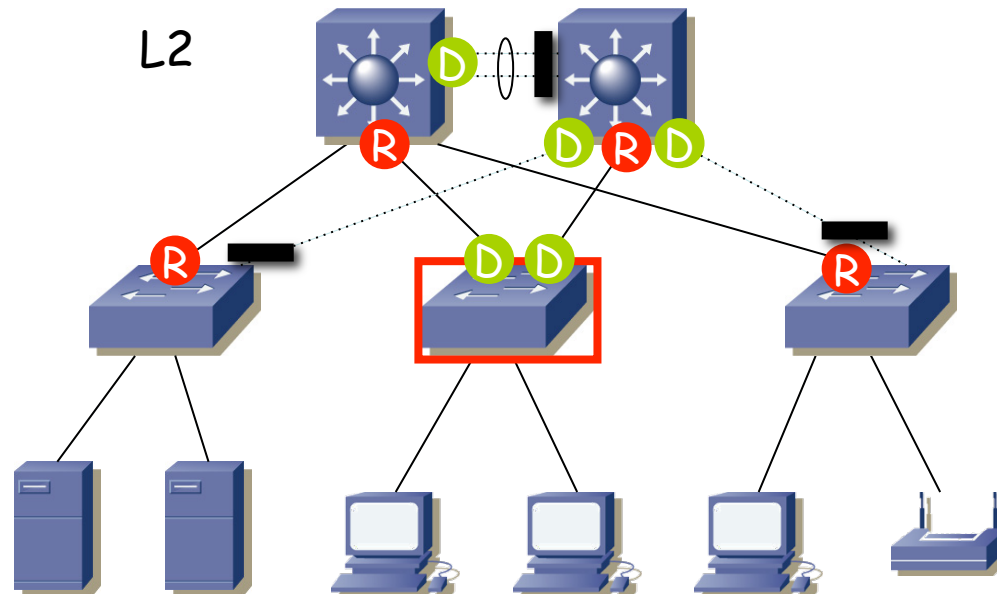
# *Redundant collapsed core*

- Añade redundancia en el sistema de distribución
- Protección ante fallos de enlace acceso-distribución
- Y protección ante fallo de equipo del sistema de distribución
- Interconexión en el sistema de distribución agregada protege ese enlace y aumenta la capacidad
- ¿ Resultado de STP ? (...)



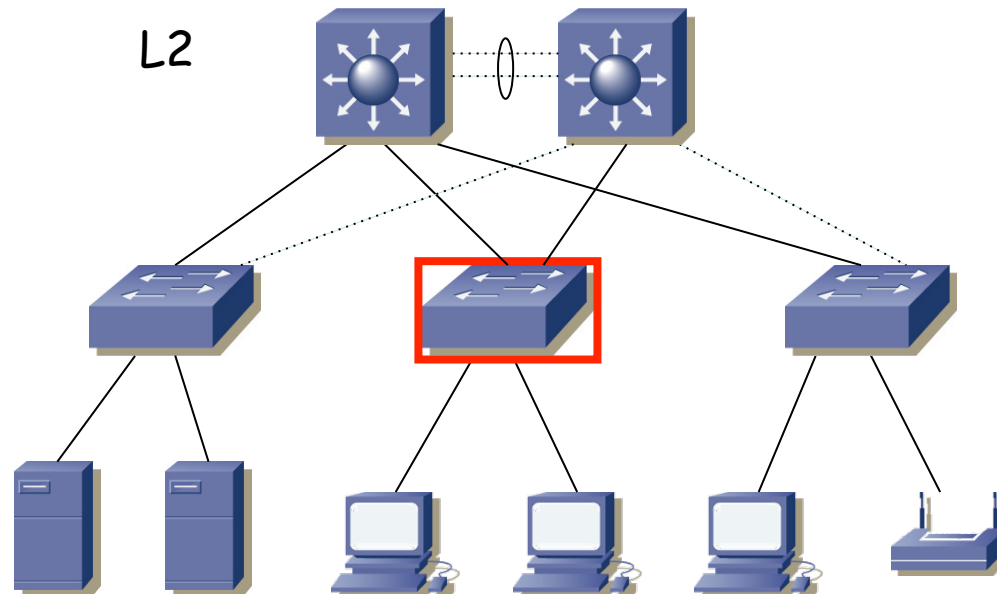
# Redundant collapsed core

- Resultado de STP
  - Si el *root bridge* resulta ser uno del acceso y todos los enlaces igual coste
  - Entre los dos conmutadores de distribución uno tendrá menor BID



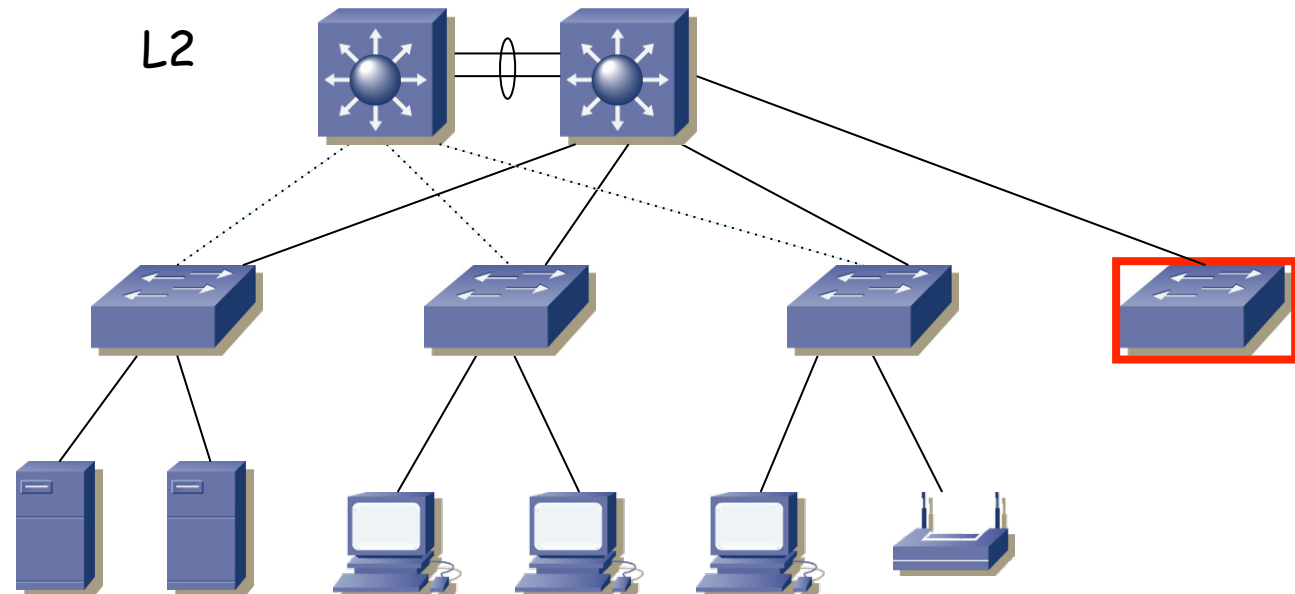
# Redundant collapsed core

- Resultado de STP
  - Los conmutadores del acceso son más “frágiles” (rotura o apagado), lo cual llevaría a cambios en la topología capa 2
  - Si alguien conecta un switch con menor BID (...)



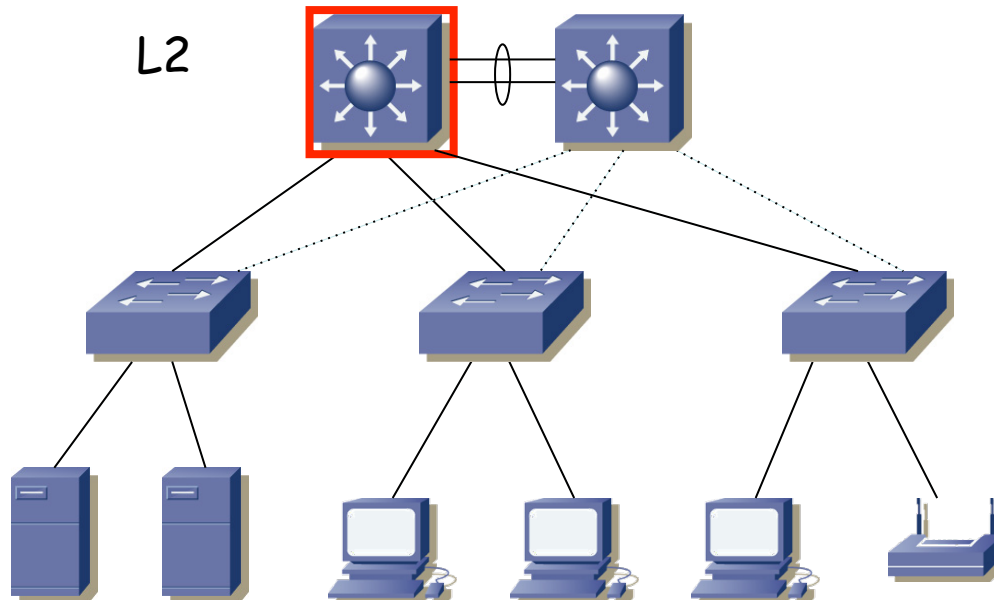
# Redundant collapsed core

- Resultado de STP
  - Los conmutadores del acceso son más “frágiles” (rotura o apagado), lo cual llevaría a cambios en la topología capa 2
  - Si alguien conecta un switch con menor BID cambia todo el árbol, con la interrupción correspondiente



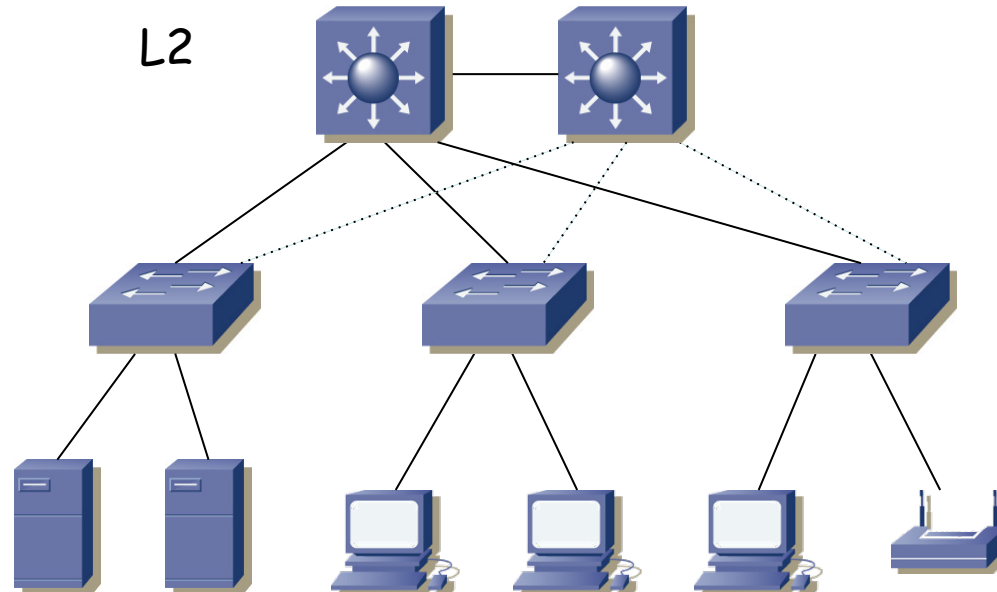
# Redundant collapsed core

- Resultado de STP
  - Si el *root bridge* resulta o se configura para ser uno de distribución (con enlaces de igual coste)
  - No hay una gran diferencia en los enlaces activos pero ahora no cambia la topología ante la caída de un switch del acceso
  - Mejor seleccionar el *root bridge* y un secundario (prioridad en STP)
  - Preferible que sean ambos de la capa de distribución



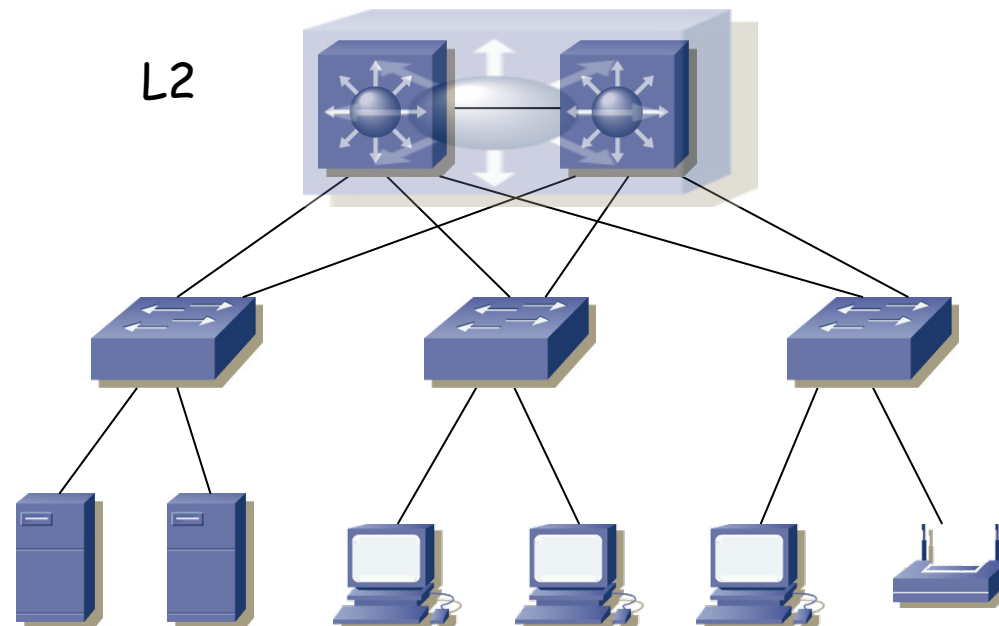
# *Redundant collapsed core*

- Hemos acabado con varios enlaces bloqueados por STP
- Algunos fabricantes ofrecen otras posibilidades para sacar provecho a esos enlaces
- Por ejemplo (...)



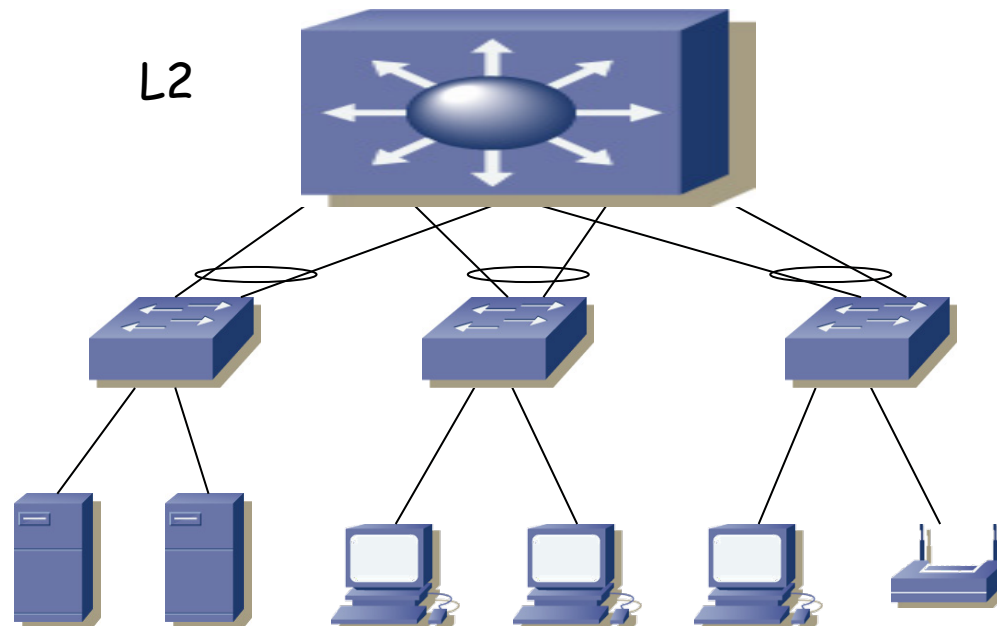
# *Redundant collapsed core*

- Hemos acabado con varios enlaces bloqueados por STP
- Algunos fabricantes ofrecen otras posibilidades para sacar provecho a esos enlaces
- Por ejemplo convertir los dos conmutadores de la capa de agregación en un “conmutador virtual” (...)



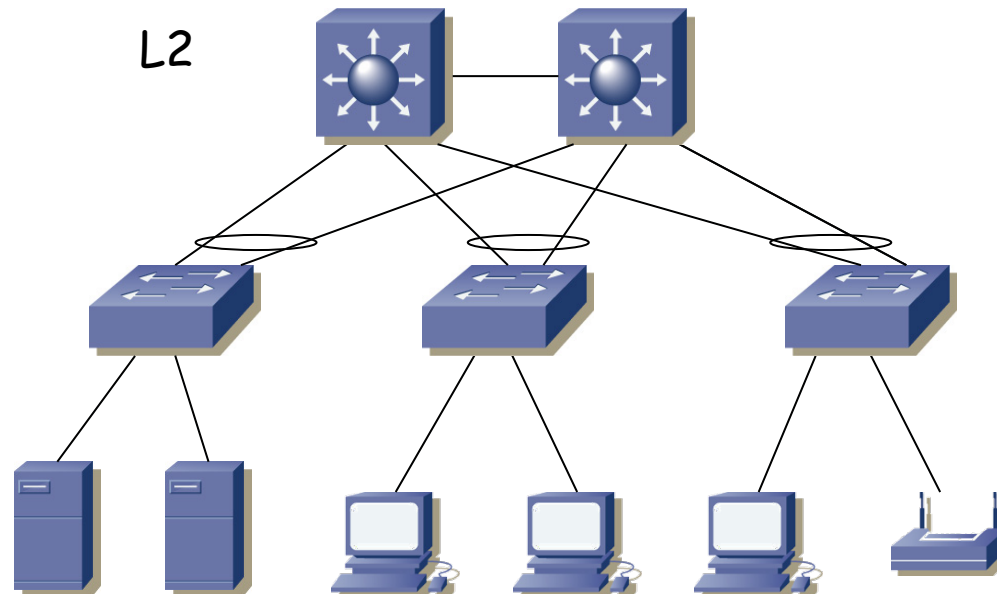
# Redundant collapsed core

- Hemos acabado con varios enlaces bloqueados por STP
- Algunos fabricantes ofrecen otras posibilidades para sacar provecho a esos enlaces
- Por ejemplo convertir los dos conmutadores de la capa de agregación en un “conmutador virtual”
- Se comportan como un solo conmutador de cara a STP
- Los enlaces al acceso se convierten en agregados
- (...)



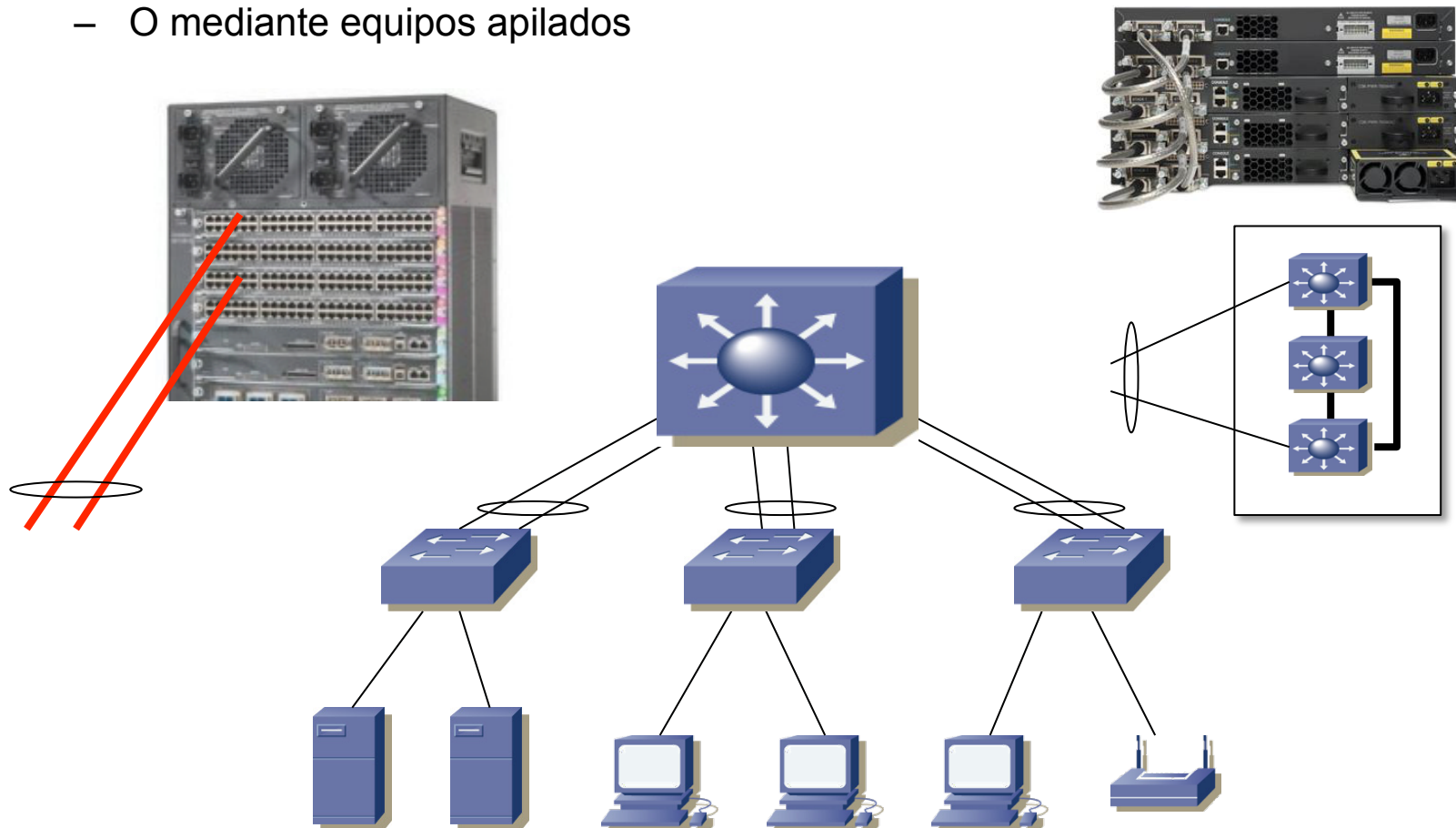
# *Redundant collapsed core*

- Hemos acabado con varios enlaces bloqueados por STP
- Algunos fabricantes ofrecen otras posibilidades para sacar provecho a esos enlaces
- Por ejemplo convertir los dos conmutadores de la capa de agregación en un “conmutador virtual”
- Se comportan como un solo conmutador de cara a STP
- Los enlaces al acceso se convierten en agregados
- O con un “Multichassis-LAG” (MC-LAG, no estandarizado)



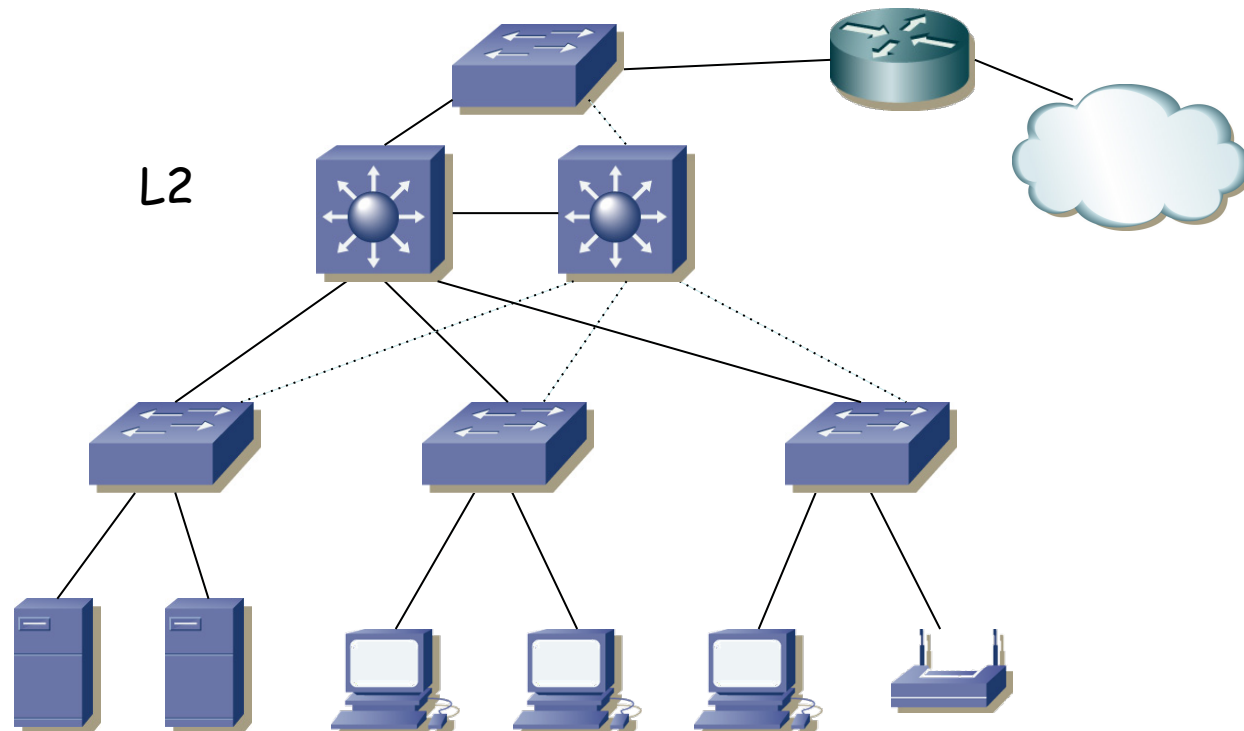
# Redundant collapsed core

- Otra alternativa es que ese conmutador L2 tenga alta redundancia:
  - “Engine” redundante (controladora para el plano de control)
  - Fuentes de alimentación redundantes
  - Enlaces agregados con los dos puertos en diferentes módulos
  - O mediante equipos apilados



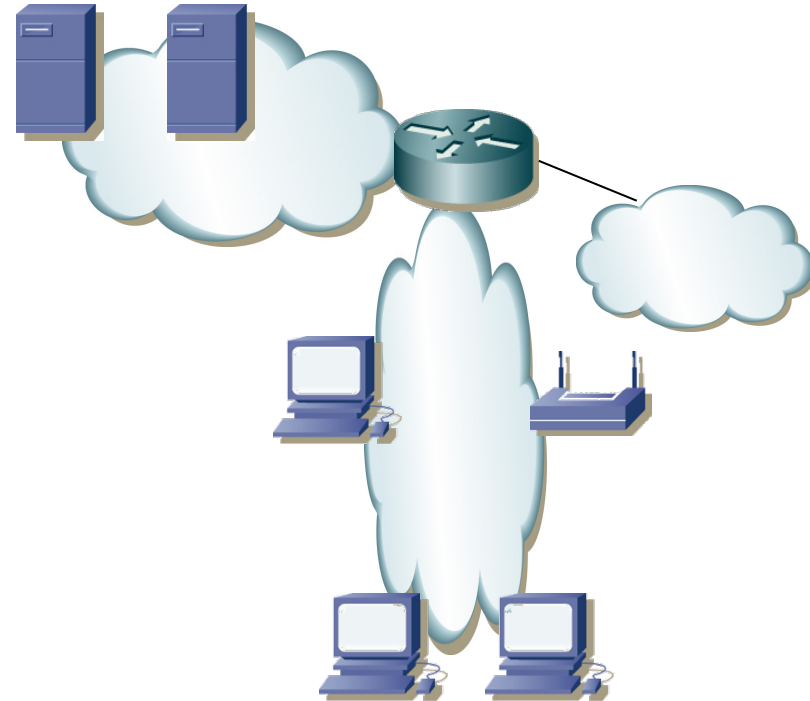
# Enrutamiento

- Volviendo al caso con conmutadores de gama media (no se “agregan”)
- ¿Cómo hacemos en encaminamiento capa 3?
- Por ejemplo con un camino redundante hasta el router
- (...)



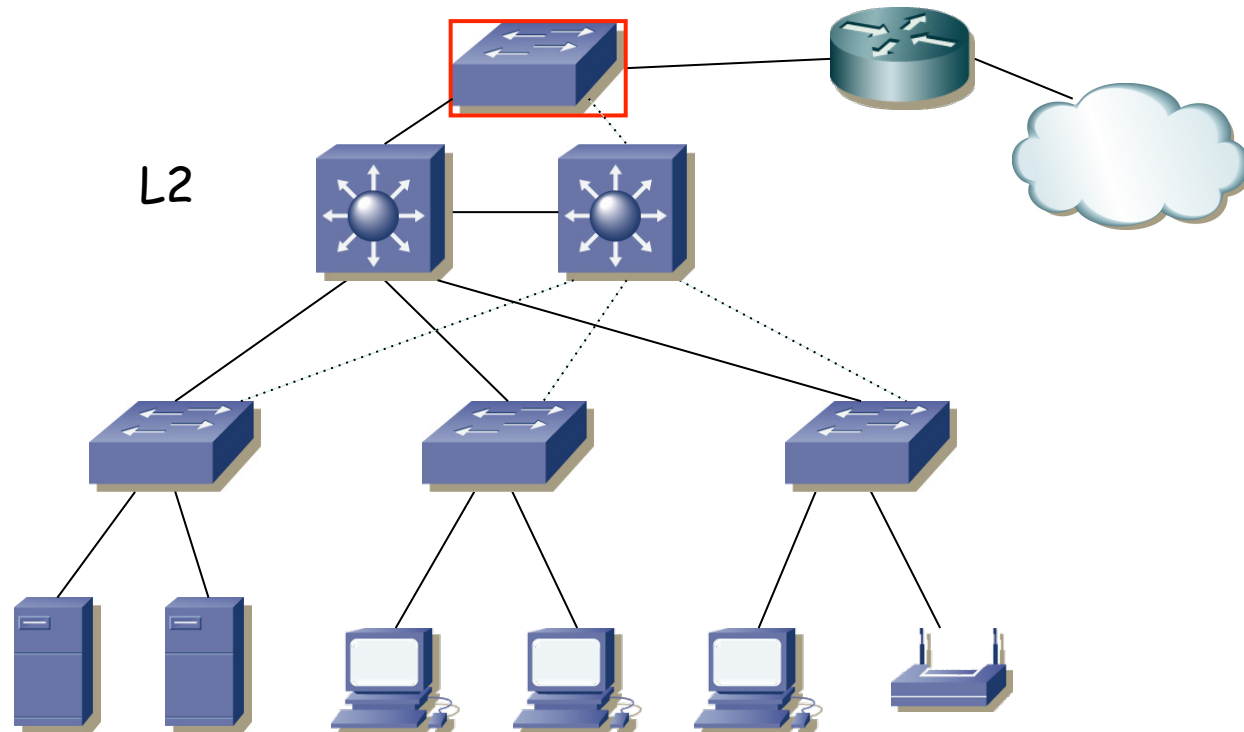
# Enrutamiento

- Volviendo al caso con conmutadores de gama media (no se “agregan”)
- ¿Cómo hacemos en encaminamiento capa 3?
- Por ejemplo con un camino redundante hasta el router
- Enrutamos en él, pero tal vez no es lo deseado (que sea del ISP)
- (...)



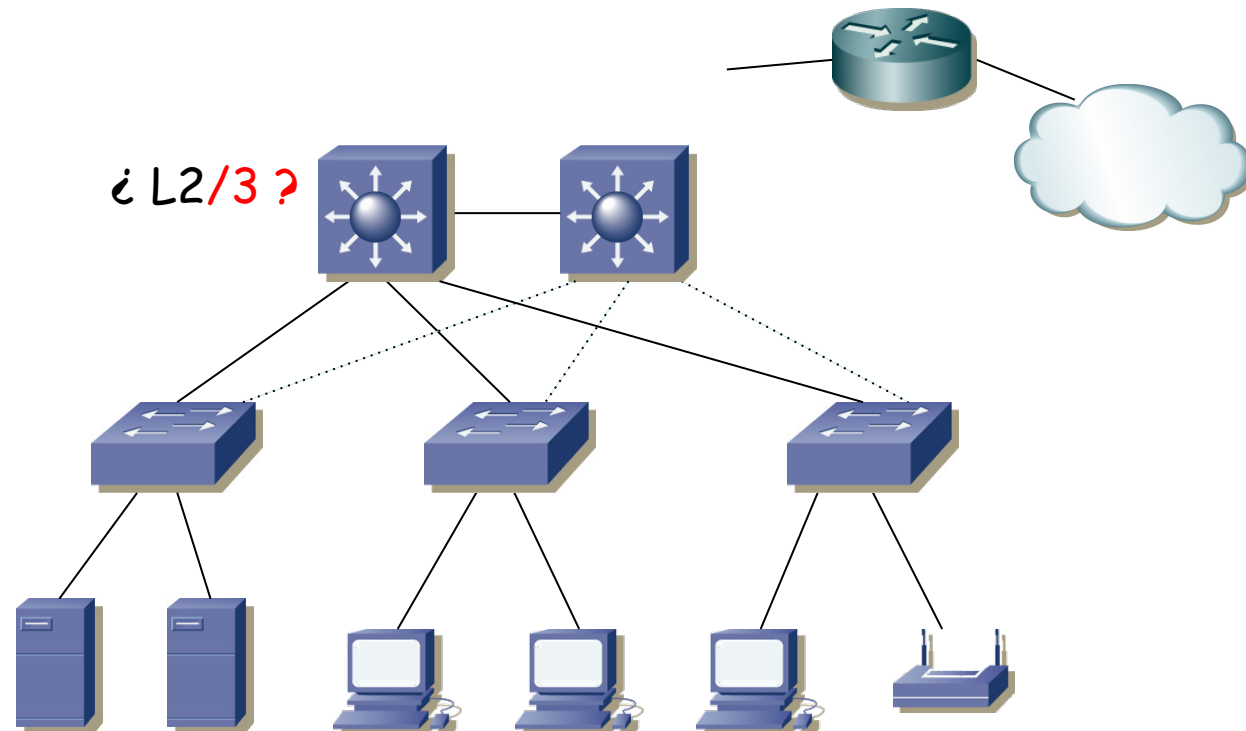
# Enrutamiento

- Volviendo al caso con conmutadores de gama media (no se “agregan”)
- ¿Cómo hacemos en encaminamiento capa 3?
- Por ejemplo con un camino redundante hasta el router
- Enrutamos en él, pero tal vez no es lo deseado (que sea del ISP)
- Además volvemos a tener un punto de fallo



# Enrutamiento

- Volviendo al caso con conmutadores de gama media (no se “agregan”)
- ¿Cómo hacemos en encaminamiento capa 3?
- ¿Podríamos enrutar en los conmutadores de distribución?
- (...)



# Enrutamiento

- Volviendo al caso con conmutadores de gama media (no se “agregan”)
- ¿Cómo hacemos en encaminamiento capa 3?
- ¿Podríamos enrutar en los conmutadores de distribución?
- ¿Y cómo sería eso en capa 3?
- ¿Repartimos los routers como router por defecto para las VLANs?
- El router por defecto sigue siendo un punto de fallo pues es único
- Veremos cómo resolver esto

