

Introducción a OSPF

ISP/IXP Workshops

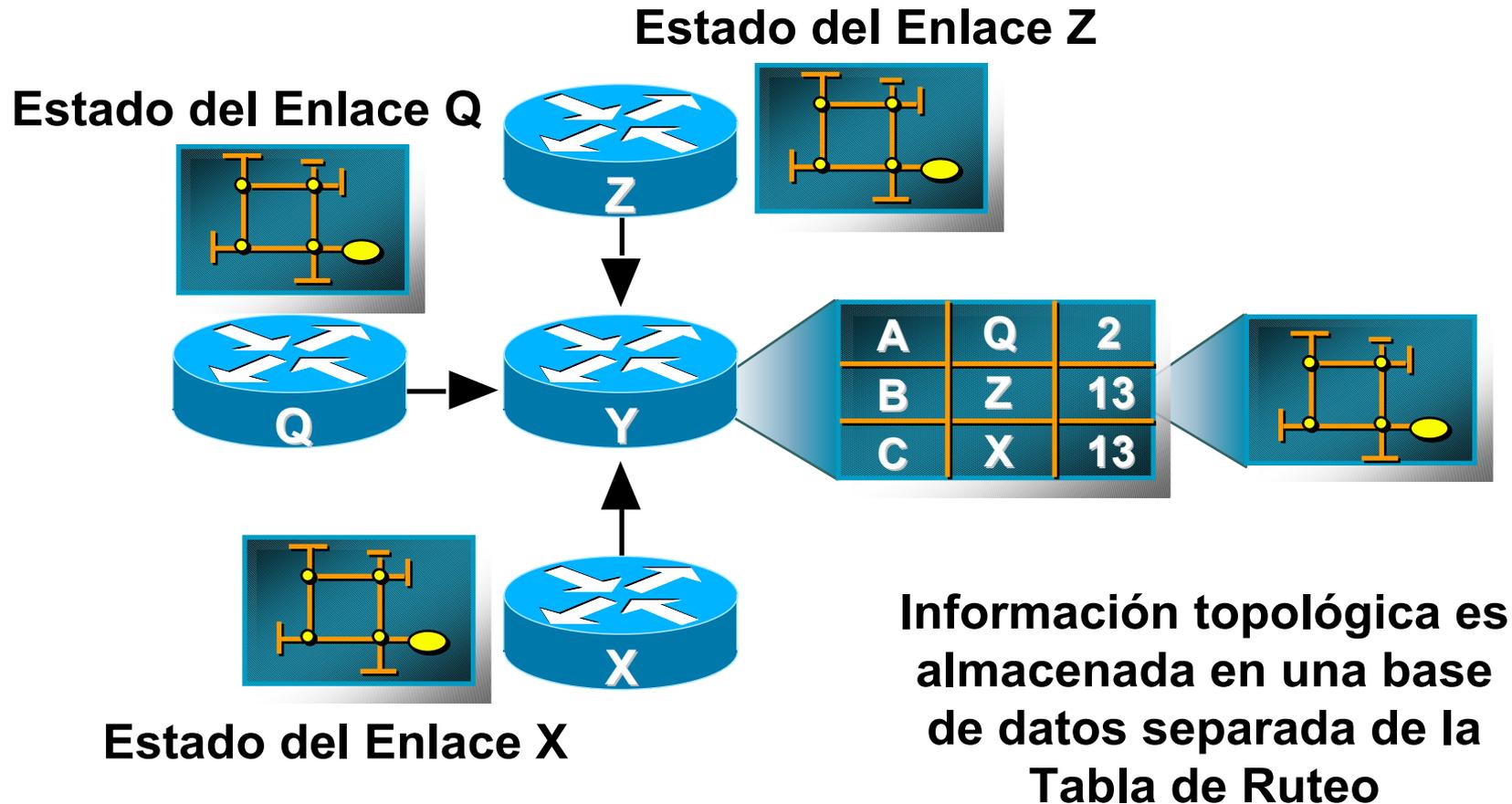
- **Elementos Básicos de OSPF**
- **OSPF en Redes de Proveedores de Servicio**
- **Mejores Prácticas Comunes en OSPF – Agregando Redes**
- **Resumen de Comandos OSPF**

Elementos Básicos de OSPF

OSPF

- **Open Shortest Path First**
- **Estado del Enlace o tecnología SPF**
- **Desarrollado por el grupo de trabajo OSPF del IETF (RFC 1247)**
- **Designado para el ambiente Internet con TCP/IP**
- **Convergencia rápida**
- **Máscaras de red de tamaño variable**
- **Subredes no contiguas**
- **Sin actualizaciones periódicas**
- **Autenticación de rutas**
- **Entregado dos años después de IGRP**
- **El estándar OSPF está detallado en el RFC2328**

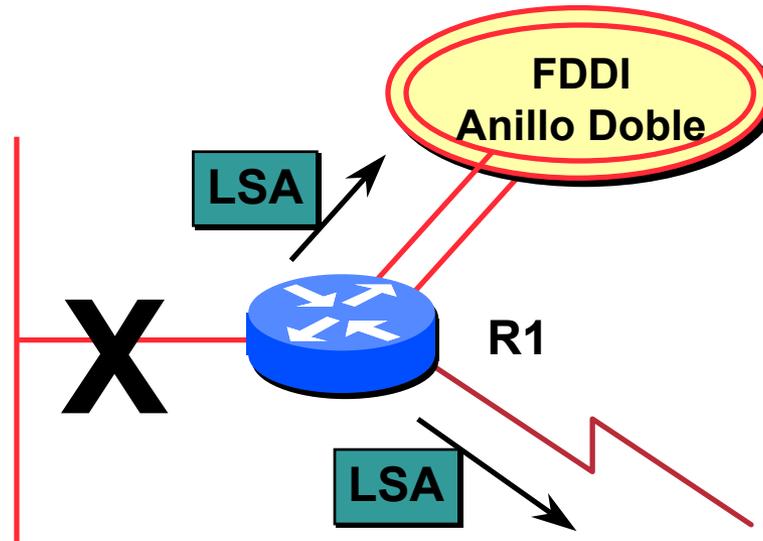
Estado del Enlace



Ruteo con Estado del Enlace

- **Descubrimiento del vecino**
- **Construyendo un Paquete del Estado del Enlace (Constructing a Link State Packet) (LSP)**
- **Distribuir el LSP**
 - Anuncio del Estado del Enlace (Link State Announcement – LSA)**
- **Cálculo de rutas**
- **En falla de red**
 - Inundación de nuevos LSPs**
 - Todos los ruteadores vuelven a calcular las tablas de ruteo**

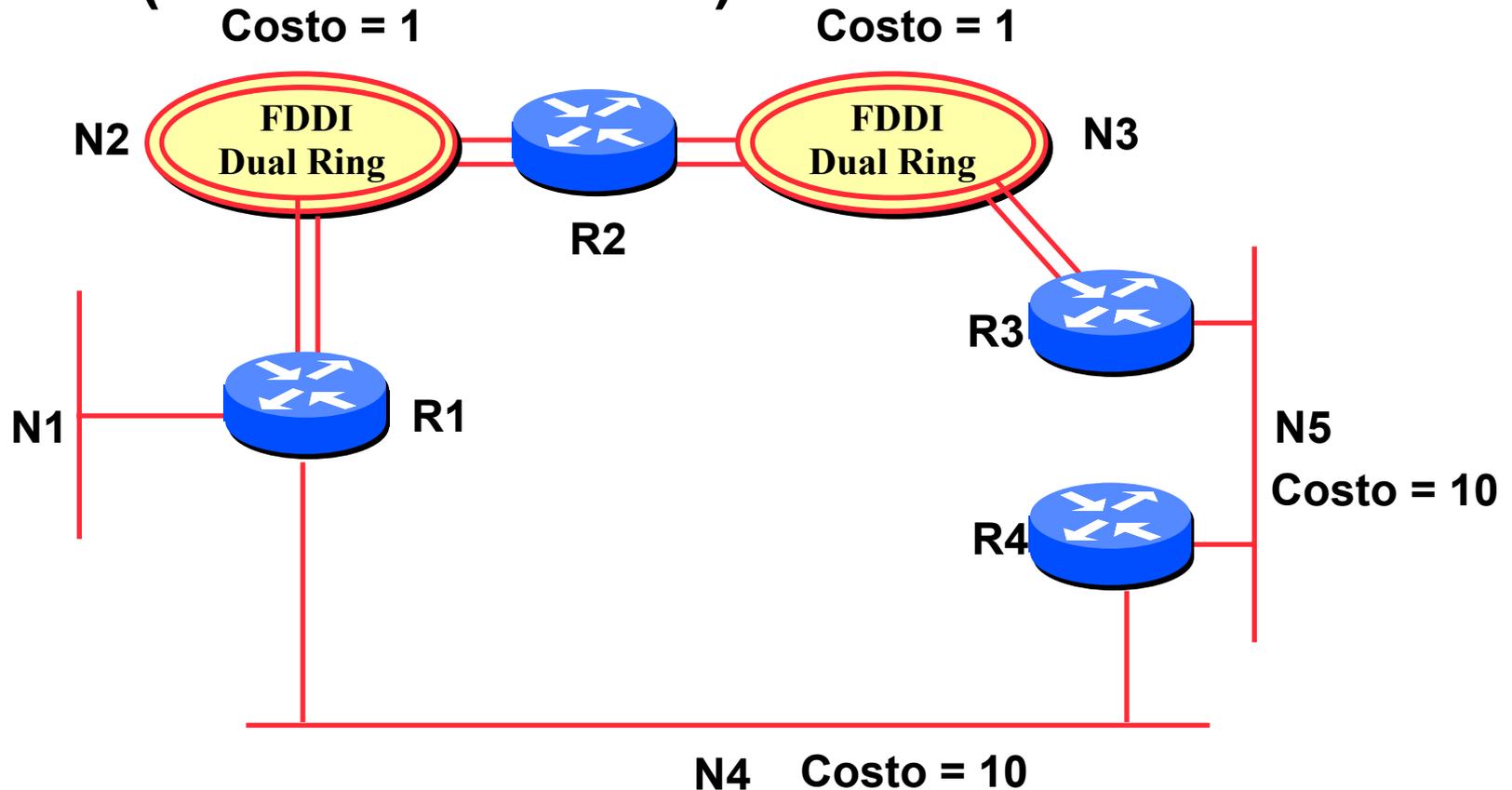
Utilización Bajo de Ancho de Banda



- Sólo se propagan cambios
- Multicast en redes multi-acceso con difusión (broadcast)

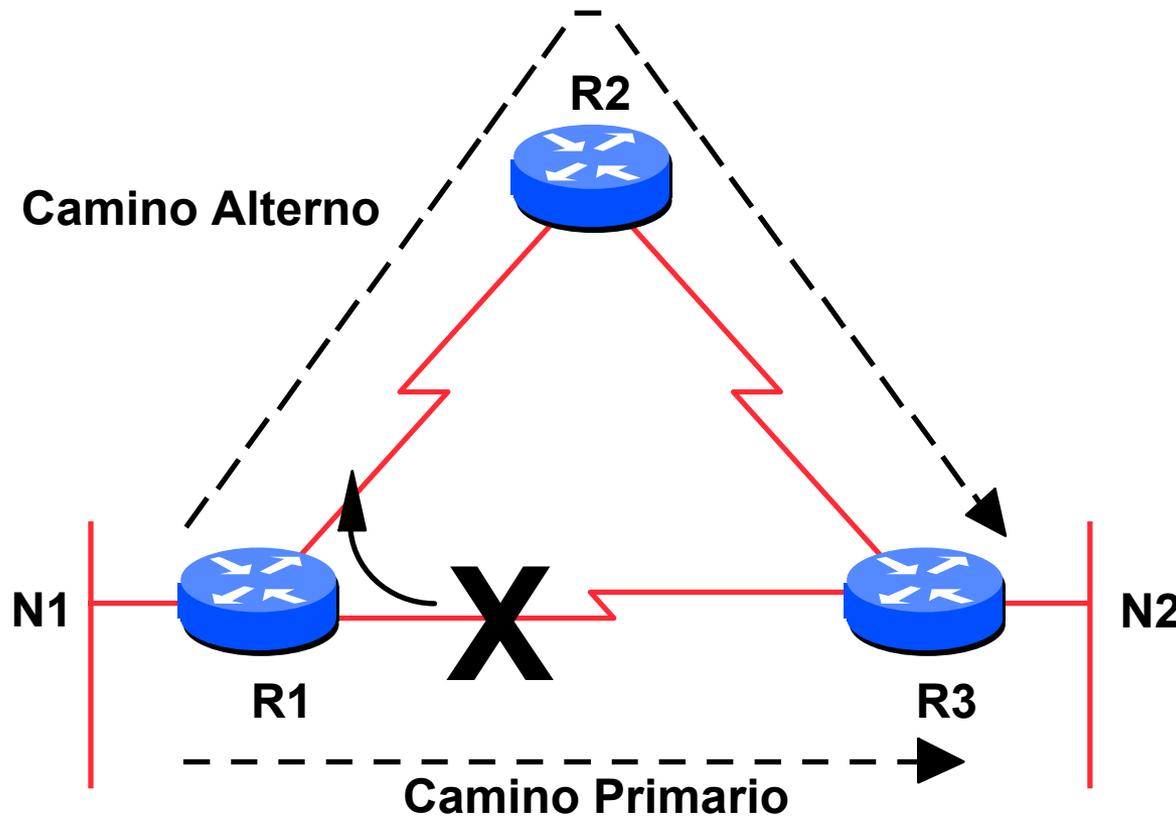
Utilización del Camino Optimo

El camino óptimo está determinado por la suma de los costos en la interfaz : $\text{Costo} = 10^8 / (\text{Ancho de Banda})$



Convergencia Rápida

- **Detección más LSA/SPF**



Convergencia Rápida

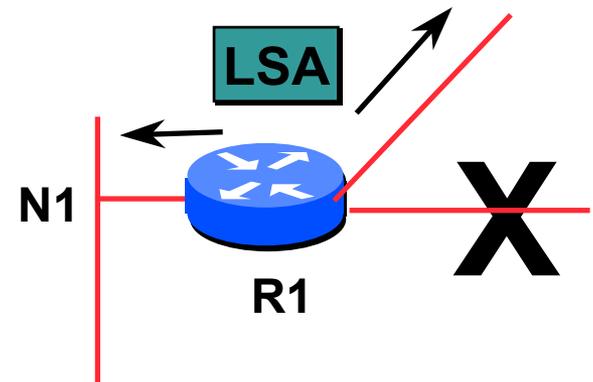
- **Encontrando una nueva ruta**

Inundación LSA através del área

Basado en reconocimiento (Ack)

Base de datos topológica esta sincronizada

Cada ruteador deriva la tabla de ruteo para las redes de destino

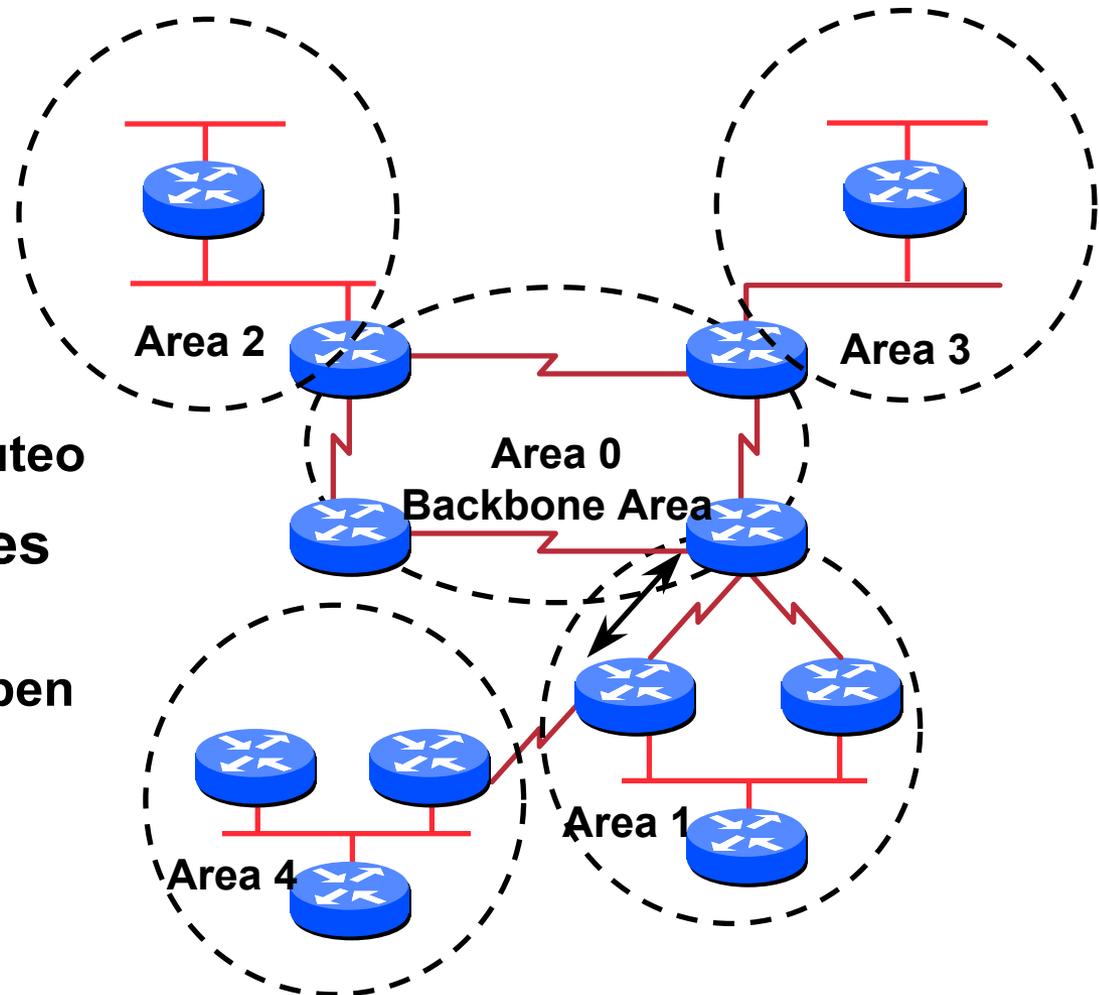


Utiliza IP Multicast para Enviar/Recibir Actualizaciones

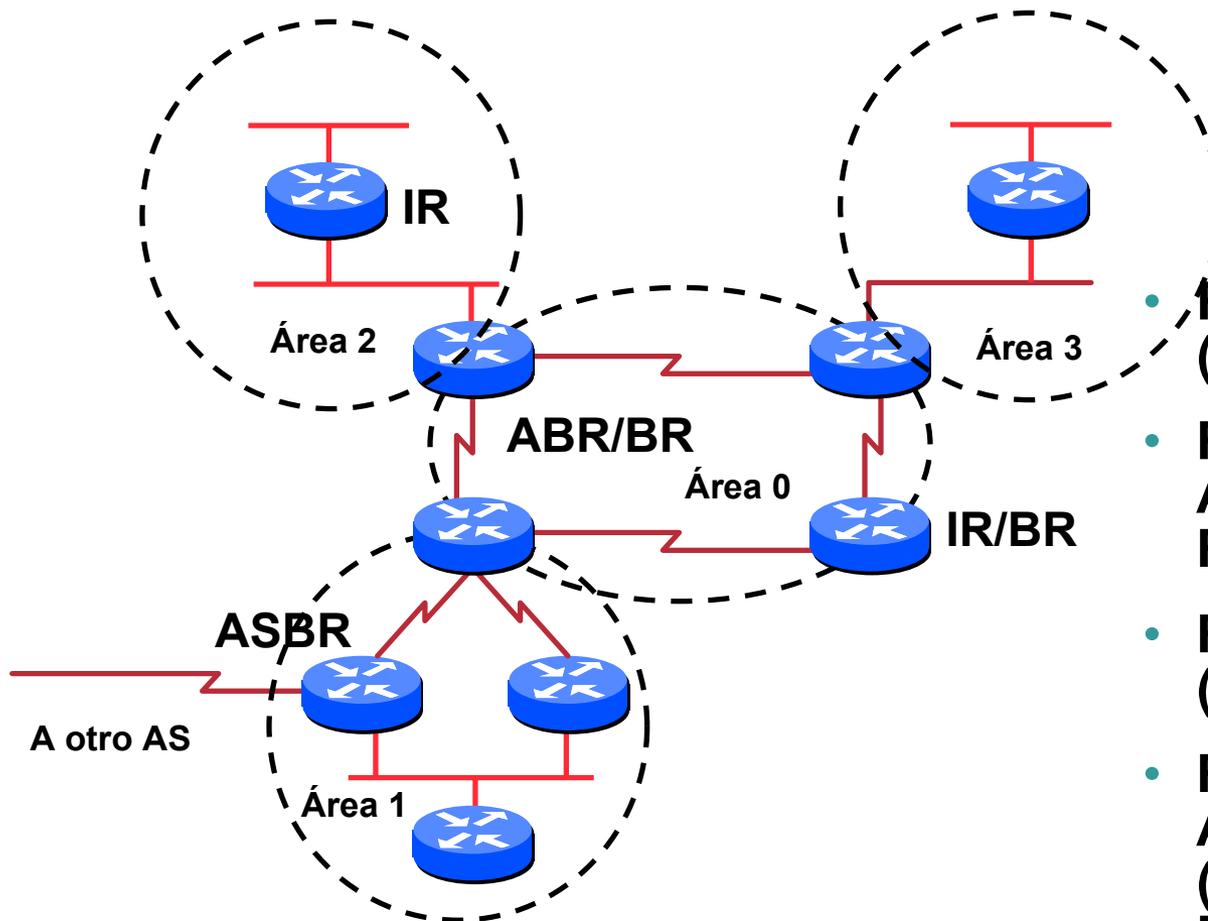
- **Redes de Difusión (Broadcast)**
 - Todos los ruteadores deben aceptar paquetes enviados a AllSPFRouters (224.0.0.5)**
 - Todos los ruteadores DR y BDR deben aceptar paquetes enviados al AllDRouters (224.0.0.6)**
- **Paquetes Hello enviados a AllSPFRouters (Unicast en enlaces punto-a-punto o enlaces virtuales)**

Áreas OSPF

- **Grupo de nodos o redes contiguos**
- **Base de datos topológica por área**
 - Invisible fuera del área
 - Reducción del tráfico de ruteo
- **Área Dorsal (Backbone) es contiguo**
 - Todas las demás áreas deben conectarse al dorsal
- **Virtual Links**

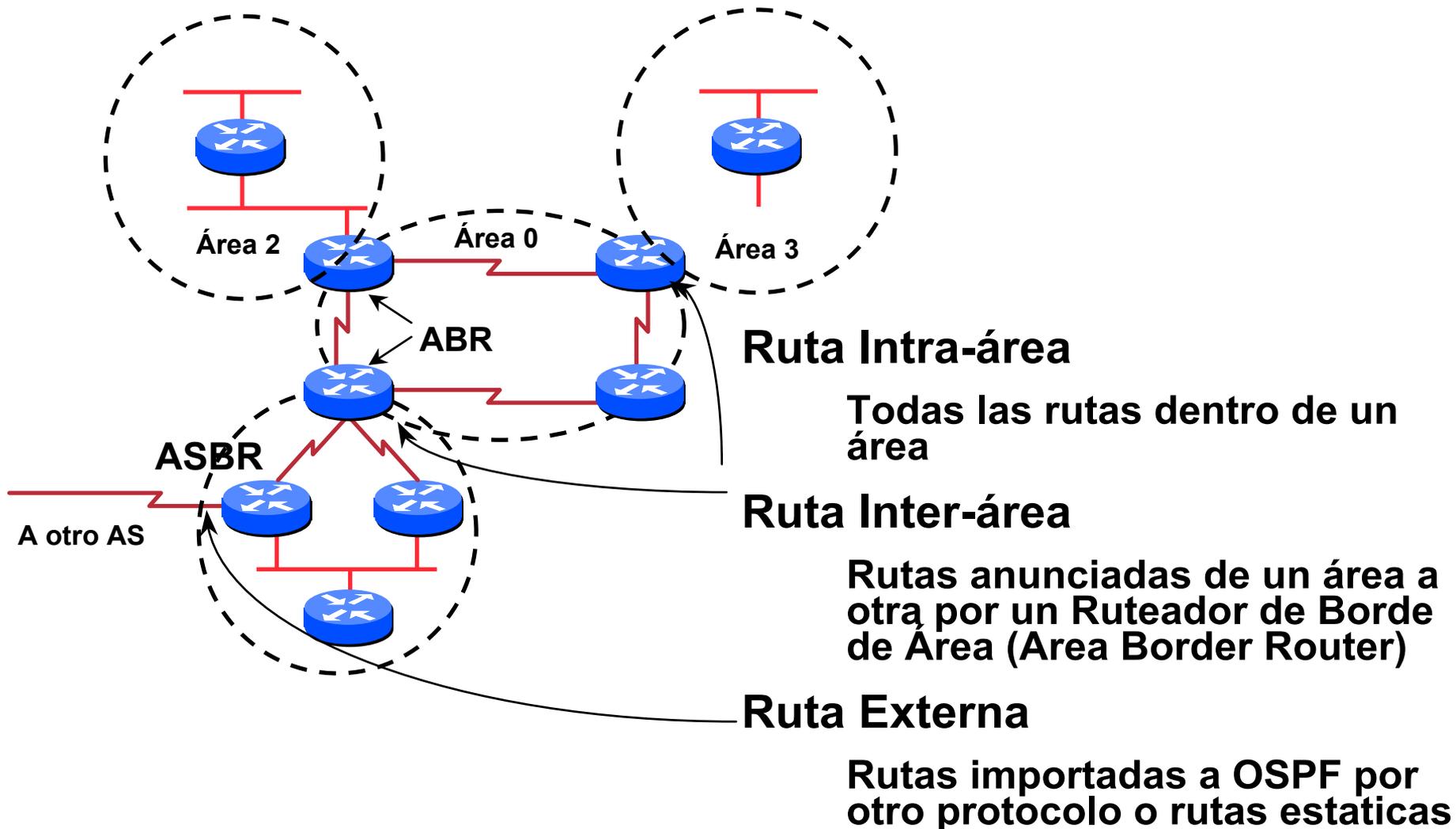


Clasificación de Ruteadores



- **Ruteador Interno (Internal Router) (IR)**
- **Ruteador de Borde de Área (Area Border Router) (ABR)**
- **Ruteador de Dorsal (Backbone Router) (BR)**
- **Ruteador de Sistema Autónomo (Autonomous System Border Router) (ASBR)**

Tipos de Rutas en OSPF



Resumen de rutas Inter-Area

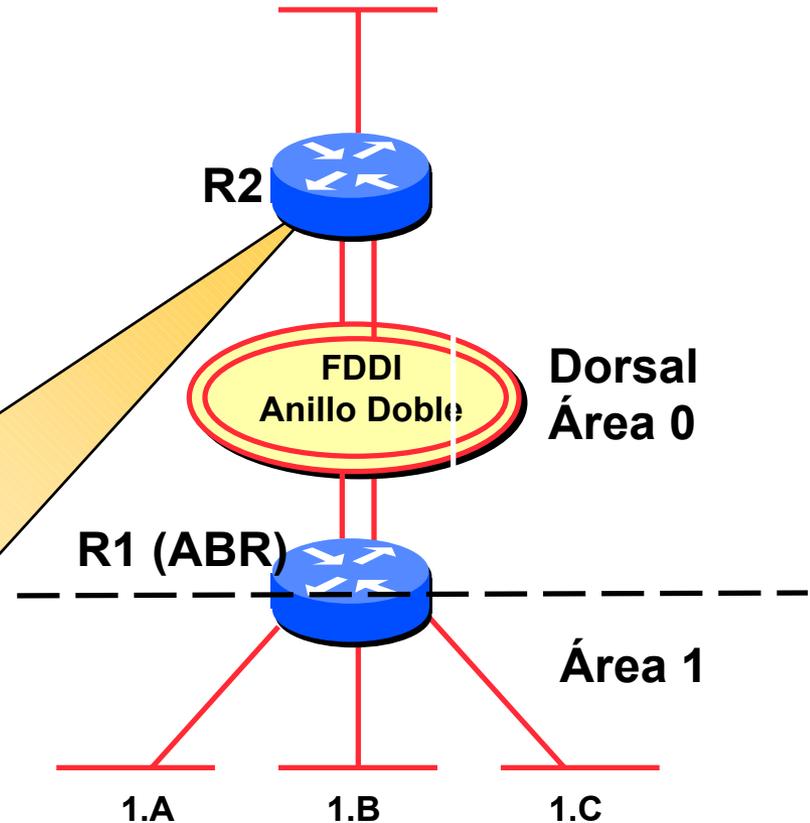
- Prefijo o todas los subredes
- Prefijo o todas las redes
- Comando 'Area range'

Con Resumen (summarization)

Red	Siguiente Salto
1	R1

Sin resumen

Red	Siguiente Salto
1.A	R1
1.B	R1
1.C	R1

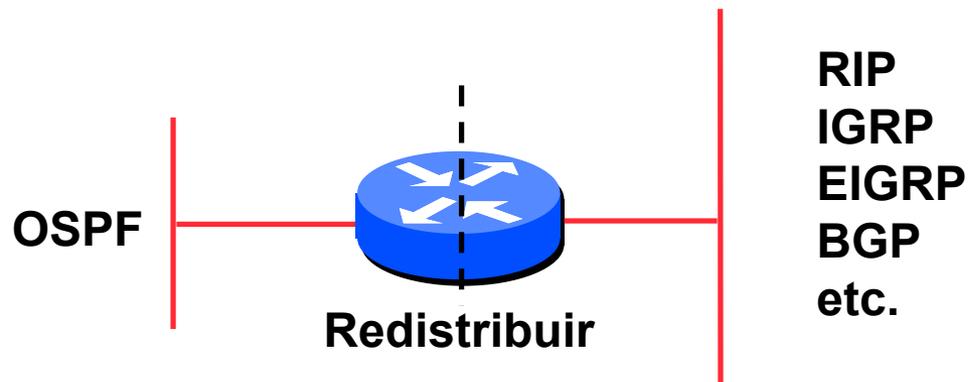


Rutas Externas

- **Redistribuidas a OSPF**
- **Inundadas sin alteración a través de todo el sistema autónomo**
- **OSPF soporta dos tipos de métricas externas**

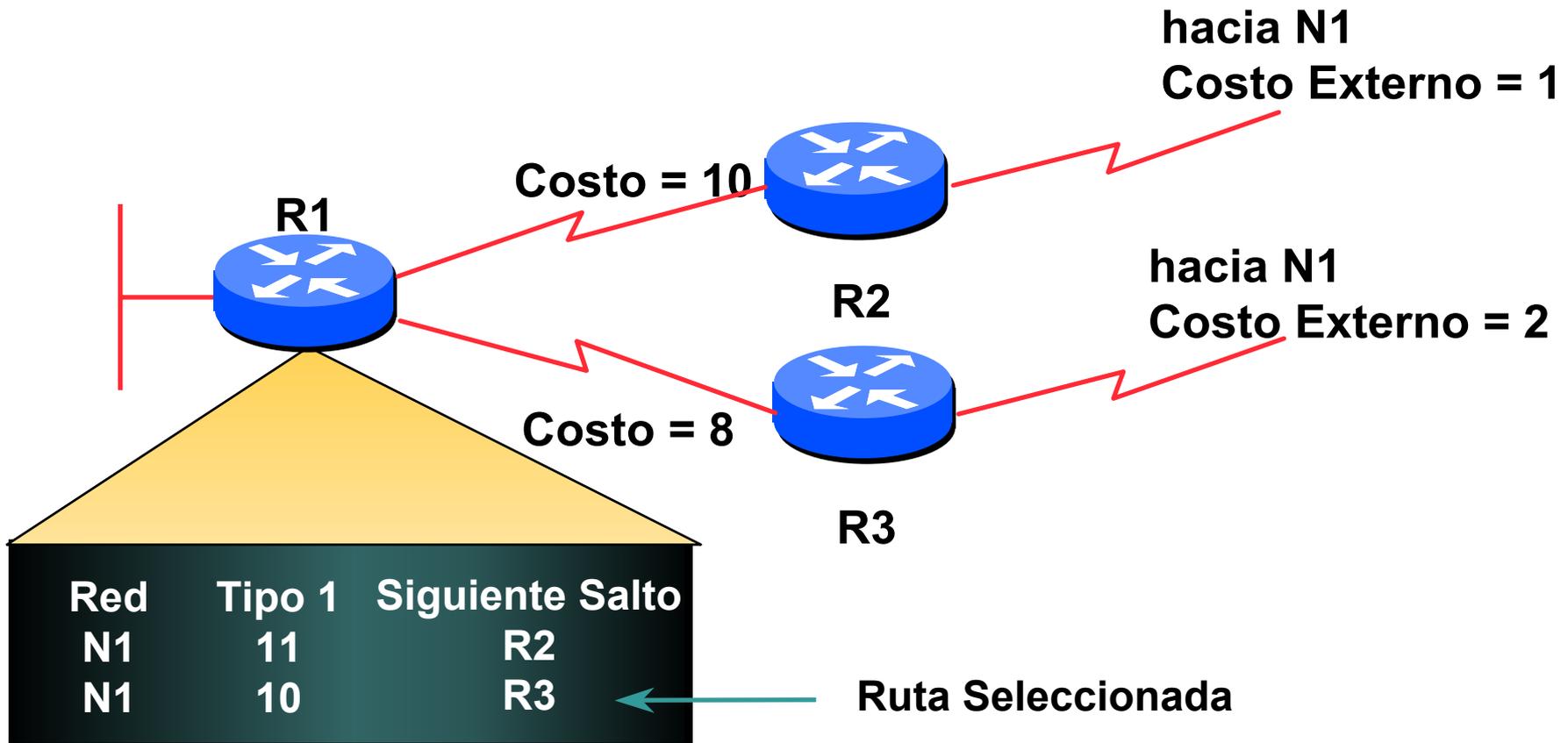
Tipo 1

Tipo 2 (Default o por omisión)



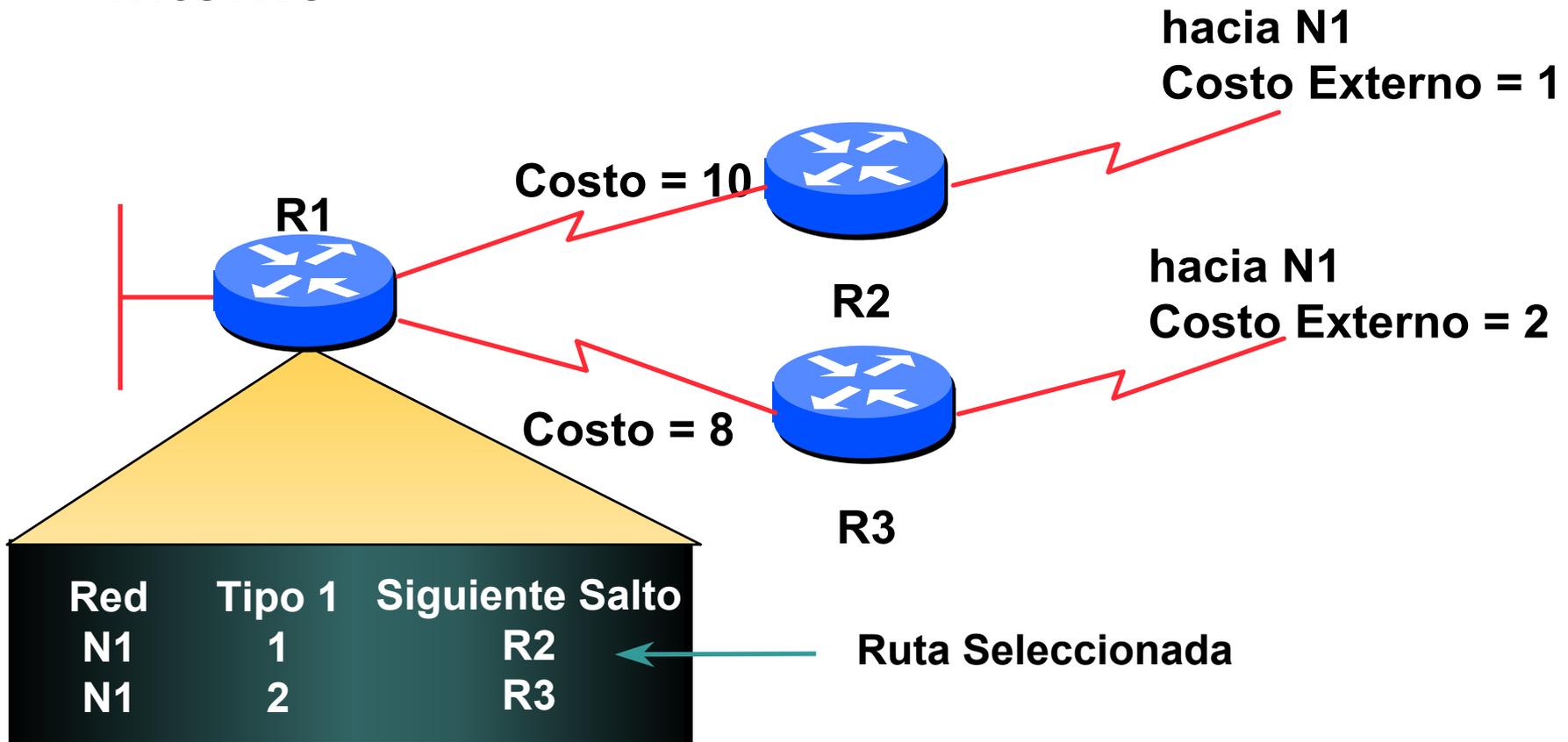
Rutas Externas

- Métrica externa tipo 1: las métricas son sumadas al costo de enlace interno



External Routes

- **Métrica externa tipo 2: métricas son comparadas sin sumar el costo del enlace interno**



Base de Datos Topológica/Estado del Enlace

Cisco.com

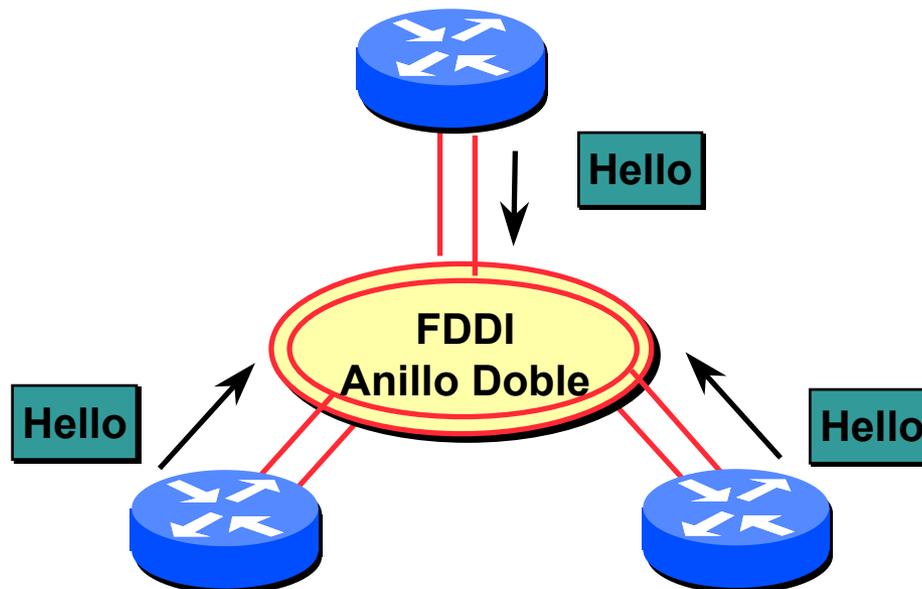
- **Un ruteador tiene una base de datos LS para cada área al que pertenece**
- **Todos los ruteadores de una misma área tienen una base de datos idéntica**
- **El cálculo de SPF es realizado por separado para cada área**
- **La inundación de LSA esta limitado por área**

Funcionamiento del Protocolo

- **Establecimiento de adyacencias**
- **Tipos de LSA**
- **Clasificación del Área**

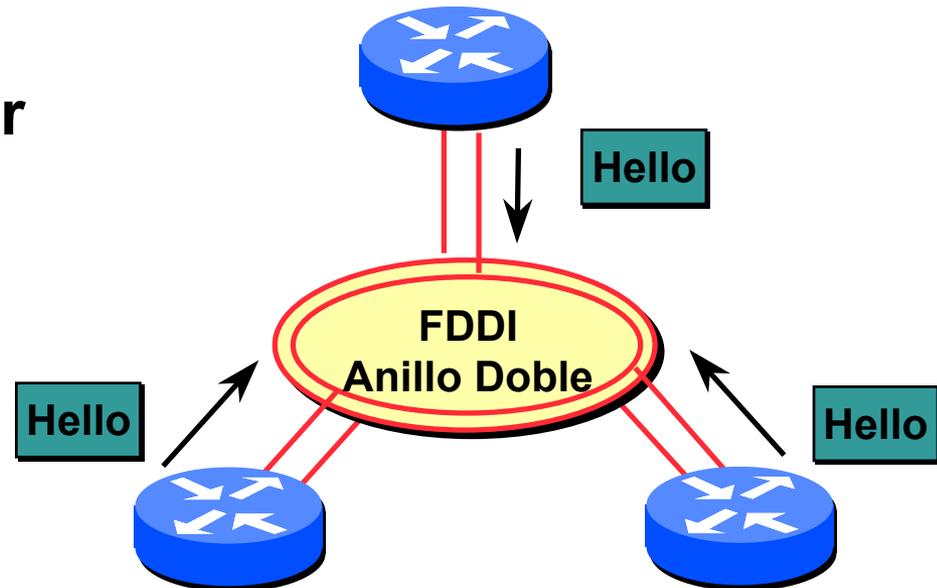
El Protocolo “Hello”

- Responsable de establecer y mantener la relación entre vecinos
- Elige el ruteador designado en redes multi-acceso



El Paquete “Hello”

- **Prioridad del Ruteador**
- **Intervalo del Hello**
- **Intervalo muerto del ruteador**
- **Máscara de red**
- **Opciones: T-bit, E-bit**
- **Lista de vecinos**

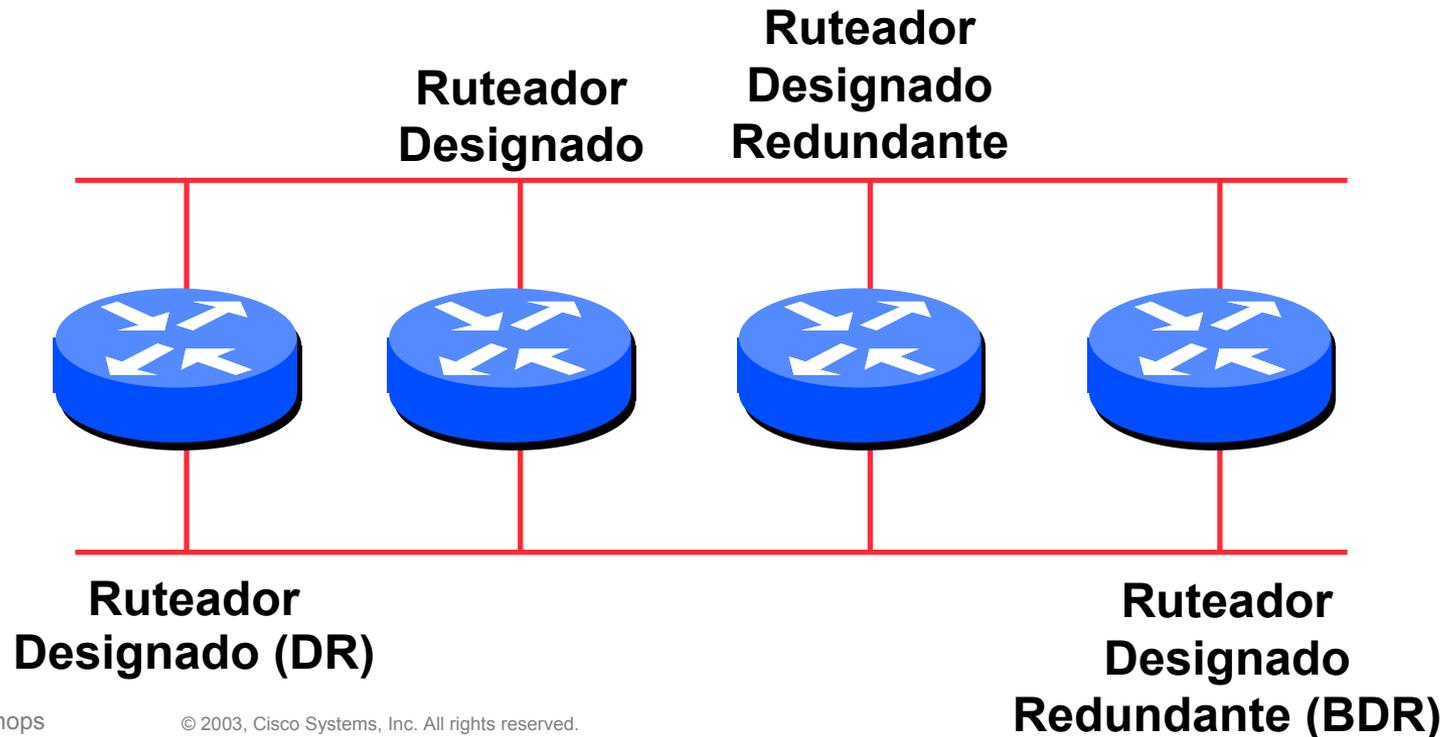


Ruteador Designado (DR)

- **Uno por red multi-acceso**

Genera anuncios de enlaces de red

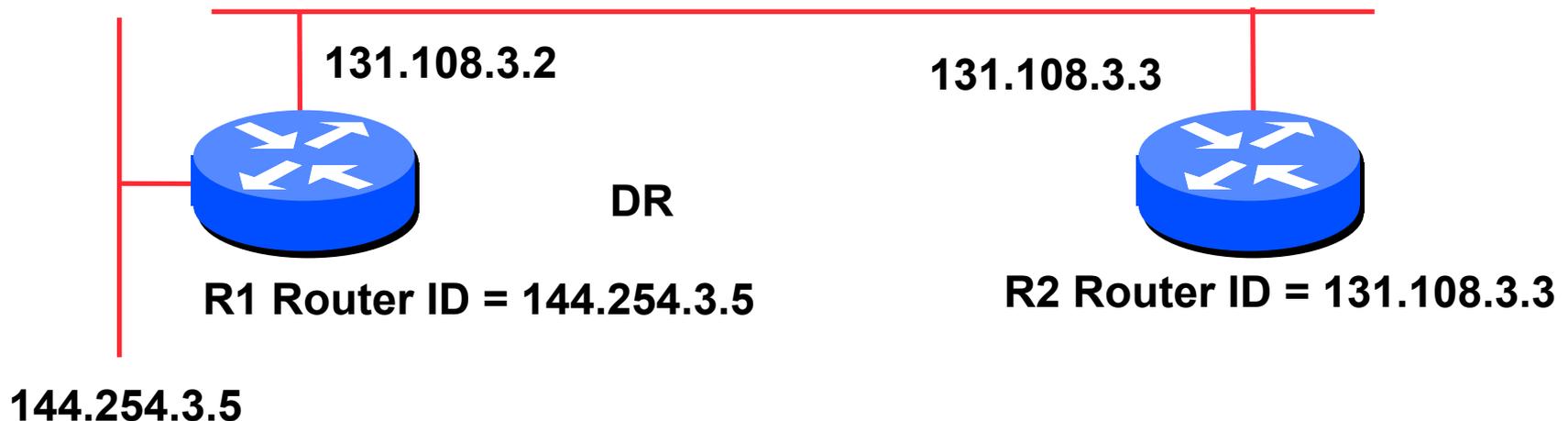
Asiste en la sincronización de la base de datos



Ruteador Designado por Prioridad

- **Prioridad configurada (por interfaz)**
- **Sino es determinado por el ID del ruteador más alto**

El ID del ruteador es la dirección de la interfaz loopback si está configurada, si no, es la dirección IP más alta

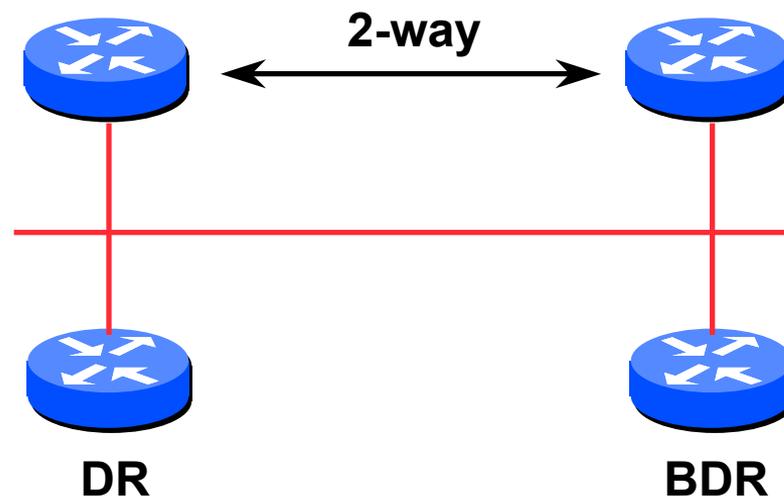


Estados de Vecinos

- **2-way**

El Ruteador se ve a sí mismo en paquetes Hello de otro

El DR es seleccionado entre vecinos en el estado 2-way o mayor



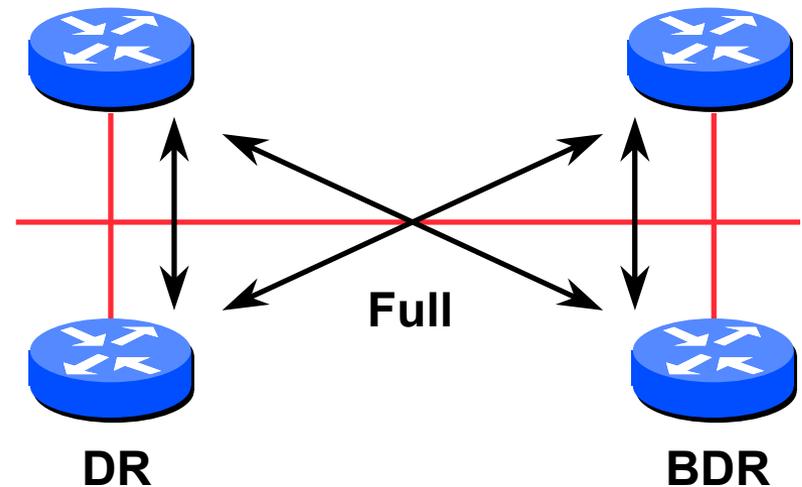
Estados de Vecinos

- **Full**

Ruteadores estan completamente adyacentes

Base de datos sincronizada

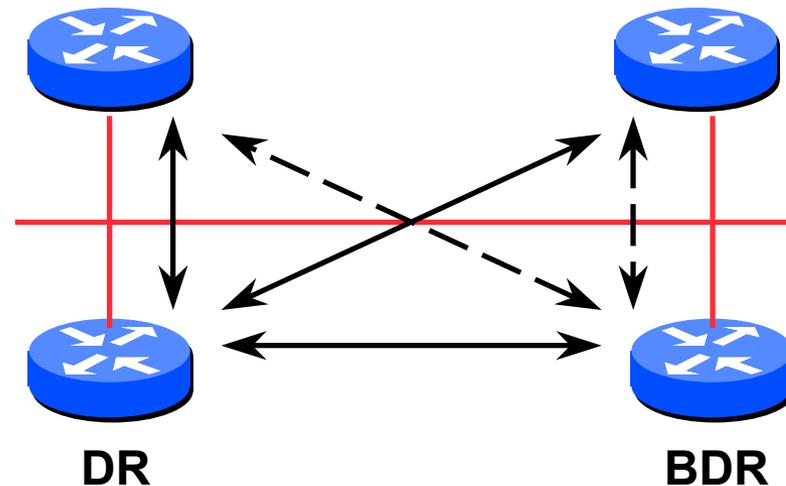
Relación al DR y BDR



Cuándo hacerse Adyacente

- **La red subyacente es punto-a-punto**
- **La red subyacente es un enlace de red tipo virtual**
- **El ruteador mismo es el ruteador designado**
- **El ruteador mismo es el ruteador designado redundante**
- **El ruteador vecino es el ruteador designado**
- **El ruteador vecino es el ruteador designado redundante**

Los LSAs se Propagan a través de Adyacencias



Los LSAs son reconocidos a través de adyacencias

Paquetes del Protocolo de Ruteo

- **El protocolo comparte un encabezado común**
- **Los paquetes del protocolo de ruteo se envían con un tipo de servicio (TOS) en 0**
- **Hay cinco tipos de paquetes del protocolo de ruteo**
 - Hello – tipo de paquete 1**
 - Descripción de la base datos – tipo de paquete 2**
 - Solicitud del estado del enlace – tipo de paquete 3**
 - Actualización del estado del enlace – tipo de paquete 4**
 - Reconocimiento del estado del enlace – tipo de paquete 5**

Diferente Tipos de LSAs

- **Cinco tipos de LSAs**

Tipo 1 : **LSA Ruteador**

Tipo 2 : **LSA Red**

Tipo 3 y 4: **LSA Resumen**

Tipo 5 y 7: **LSA Externo**

LSA Ruteador (Tipo 1)

- **Describe el estado y costo de los enlaces del ruteador al área**
- **Todos los enlaces de ruteadores deben ser descritos en un solo LSA para el**
- **Inundación en un área en particular y no más**
- **El ruteador indica si es un ASBR, ABR, o punto de un enlace virtual**

LSA Red (Tipo 2)

- **Generado por cada red de tránsito con difusión (broadcast) o sin difusión**
- **Describe todos los ruteadores unidos a una red**
- **Solo el ruteador designado origina este LSA**
- **Inundado en el área y no más**

LSA Resumen (Tipo 3 y 4)

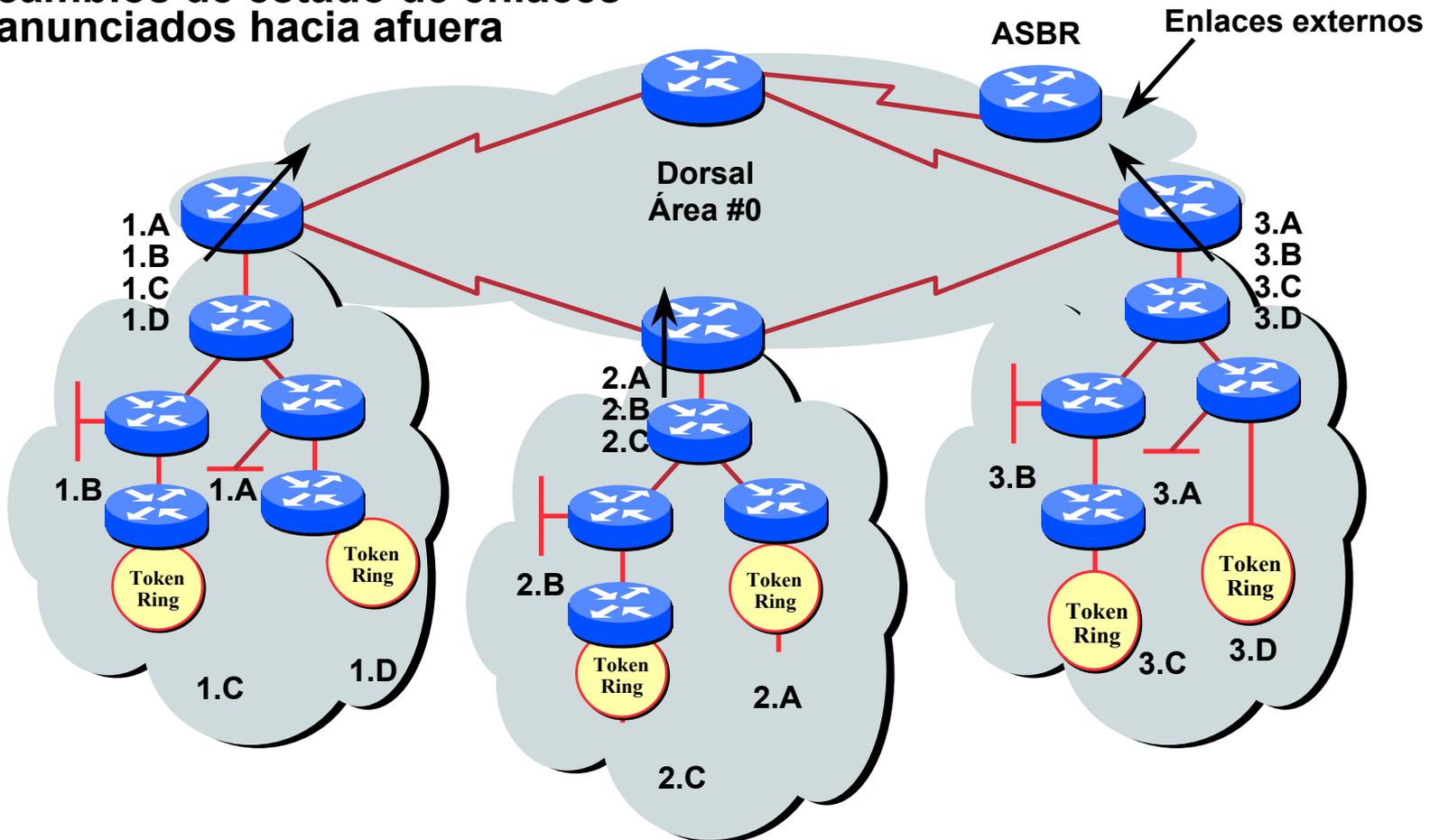
- **Describe el destino fuera del área pero aun dentro del Sistema Autónomo**
- **Inundado a través de un solo área**
- **Originado por el ABR**
- **Sólo rutas intra-área son anunciadas a la dorsal**
- **Tipo 4 es información sobre el ASBR**

LSA Externo (Tipo 5)

- **Define rutas a destinos externos al Sistema Autónomo**
- **La ruta por omisión (default) se envía como externa**
- **Dos tipos de LSA externos:**
 - E1: Considera el costo total hasta el destino externo**
 - E2: Considera sólo el costo de la interfaz del destino externo**

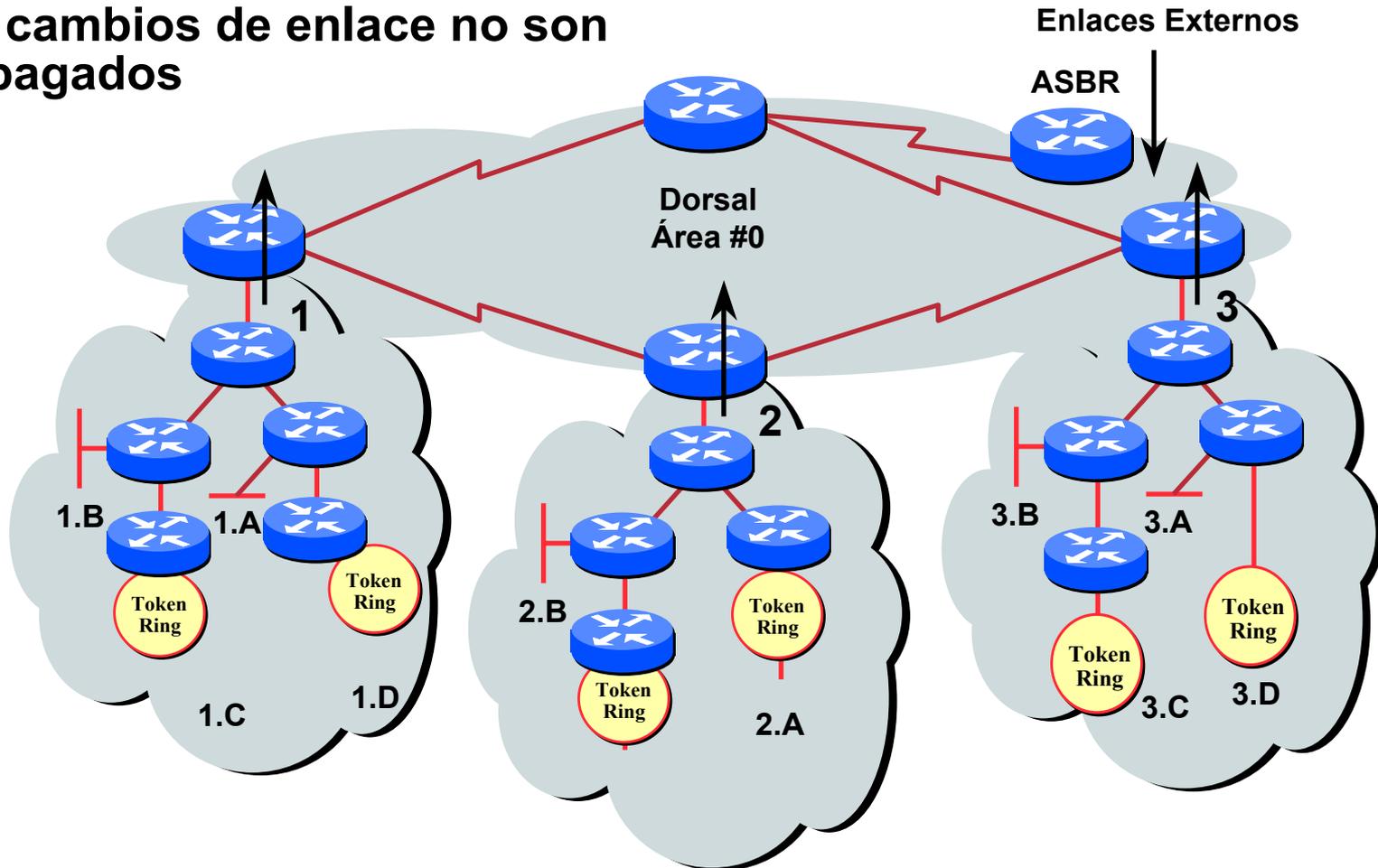
No Resumido: Enlaces Específicos

- Anuncia LSA de enlaces específicos hacia afuera
- Los cambios de estado de enlaces son anunciados hacia afuera



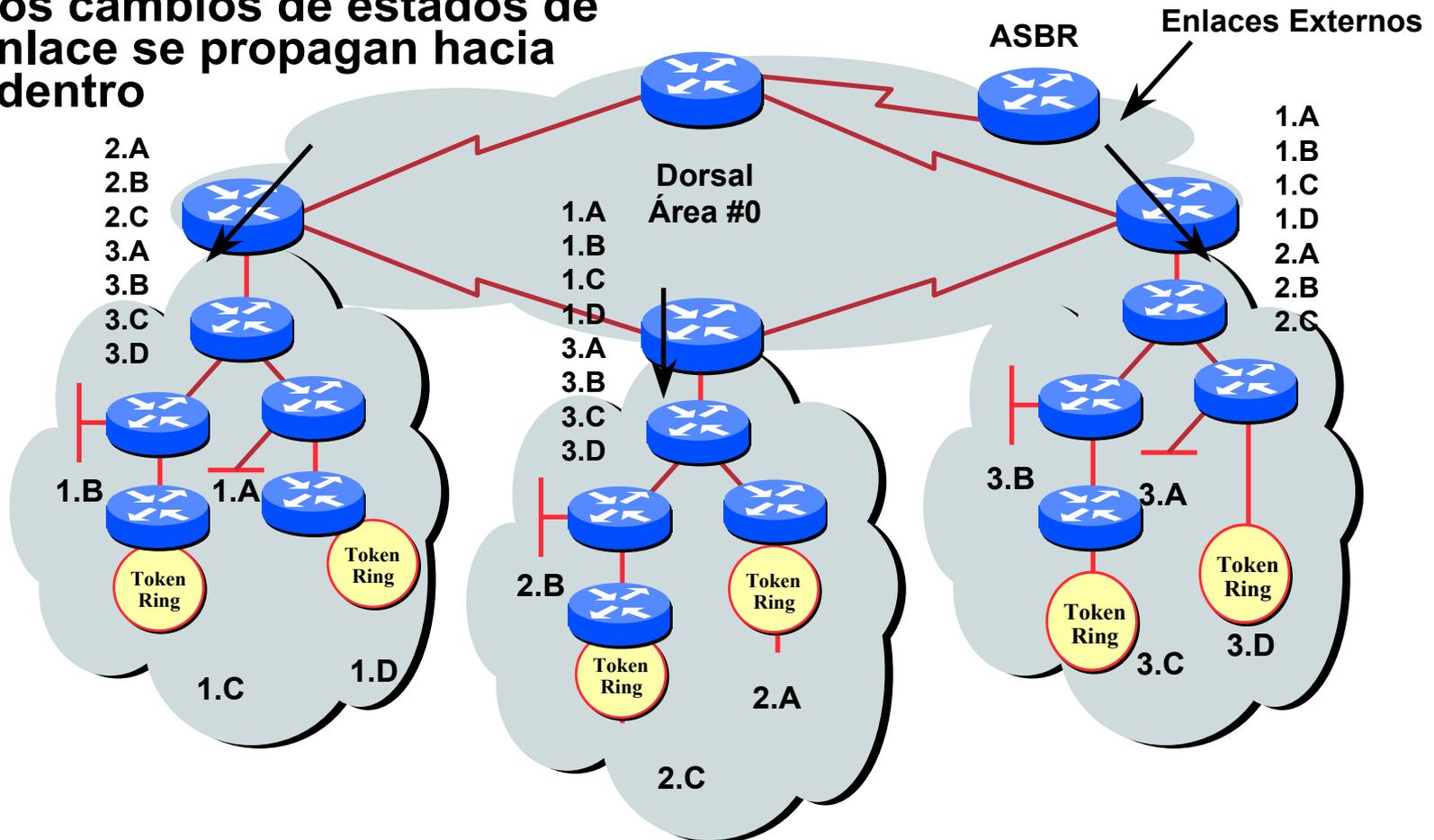
Resumido: Resumen de los enlaces

- Anuncia LSA resumido hacia afuera
- Los cambios de enlace no son propagados



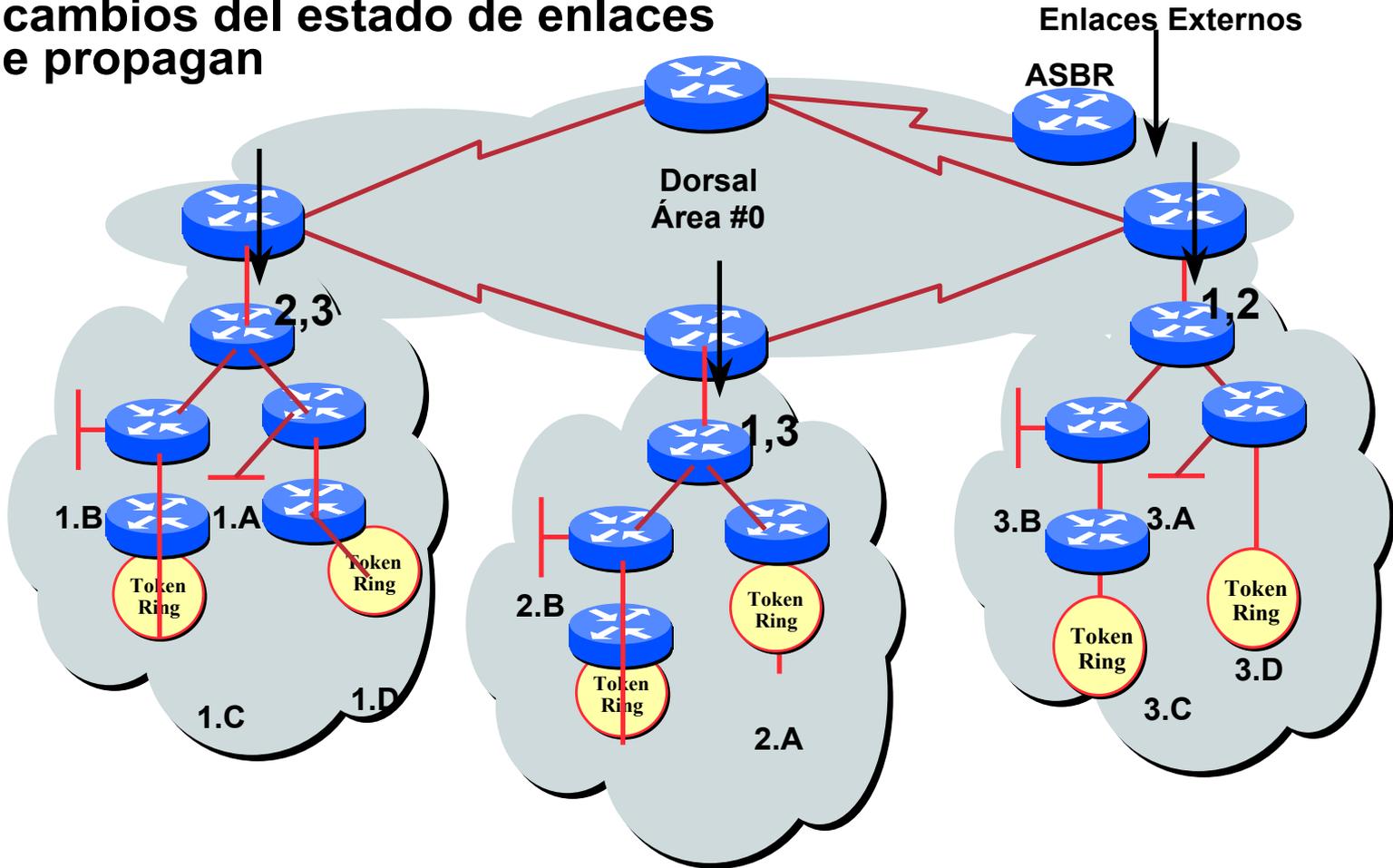
No Resumido: Enlaces Específicos

- Recibe los anuncios LSA de enlaces
- Los cambios de estados de enlace se propagan hacia adentro



Resumido: Enlaces Externos

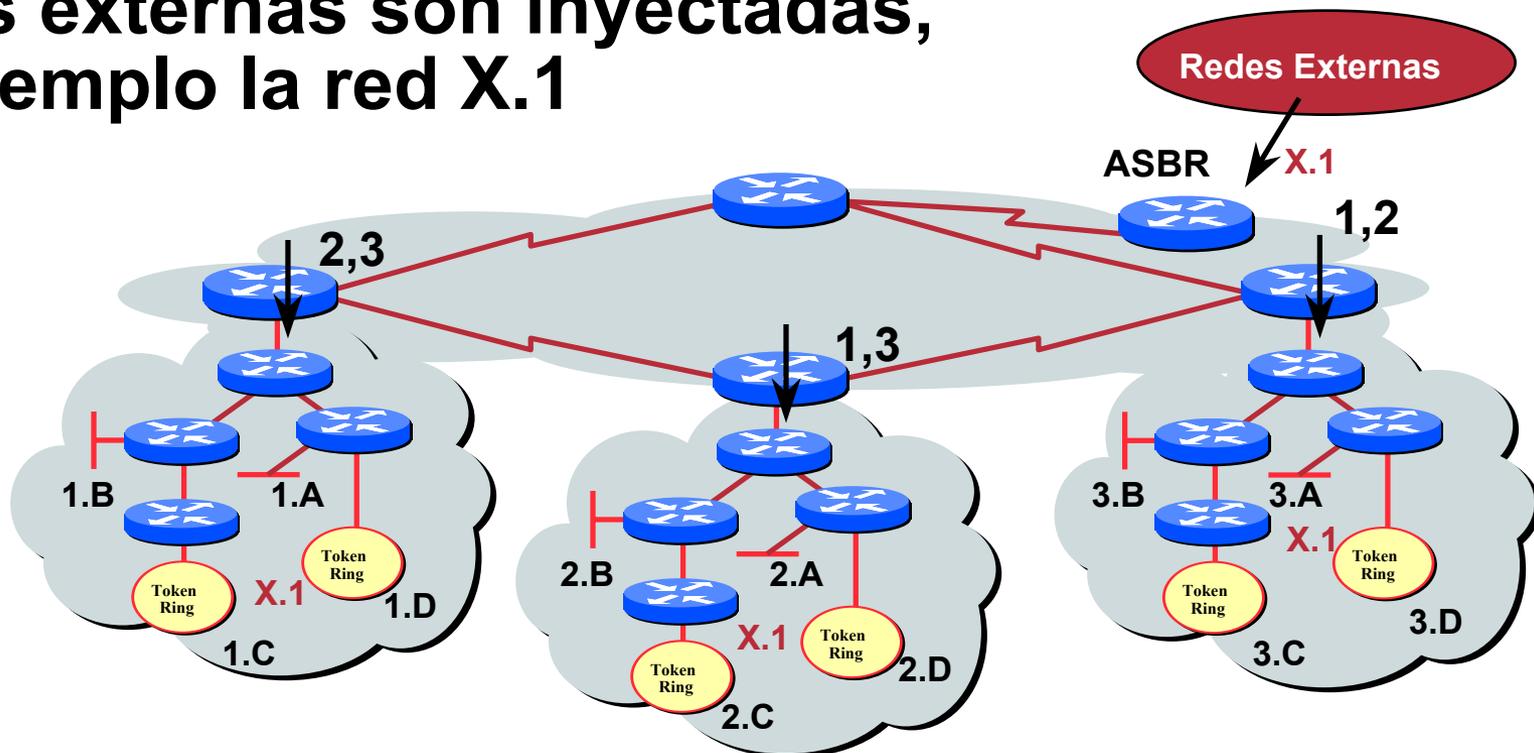
- Solo se anuncia el LSA resumen hacia adentro
- Los cambios del estado de enlaces no se propagan



Área Regular (No un trozo (stub))

Desde el punto de vista del área 1

- Se inyectan el resumen de redes de áreas
- Redes externas son inyectadas, por ejemplo la red X.1

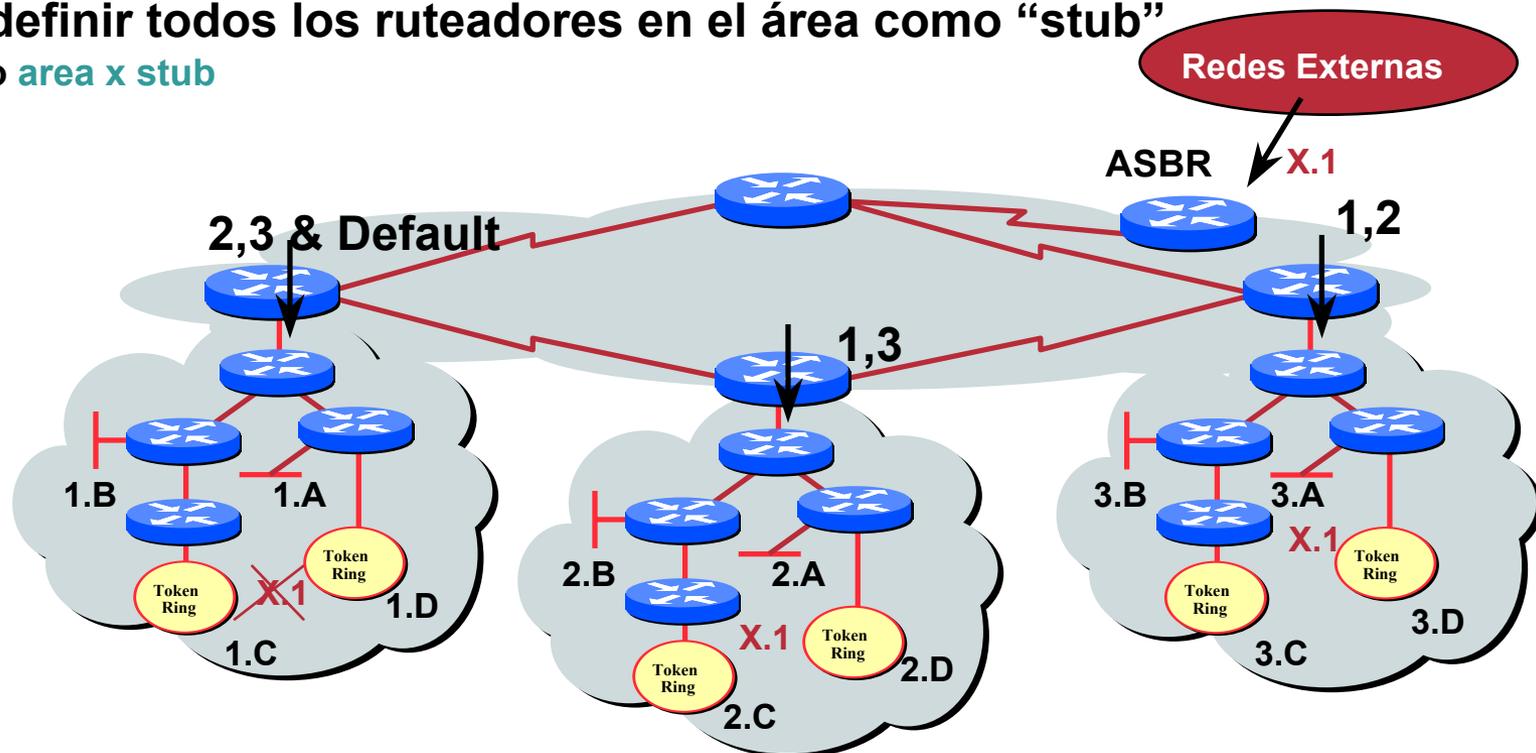


Área de Trozo Normal (Normal Stub Area)

Desde el punto de vista del área 1

- Resumen de redes son inyectadas de otras áreas
- La ruta por omisión es inyectada al área – representa los enlaces externas
- Camino por omisión al router de borde mas cercano
- Hay que definir todos los ruteadores en el área como “stub”

Comando `area x stub`

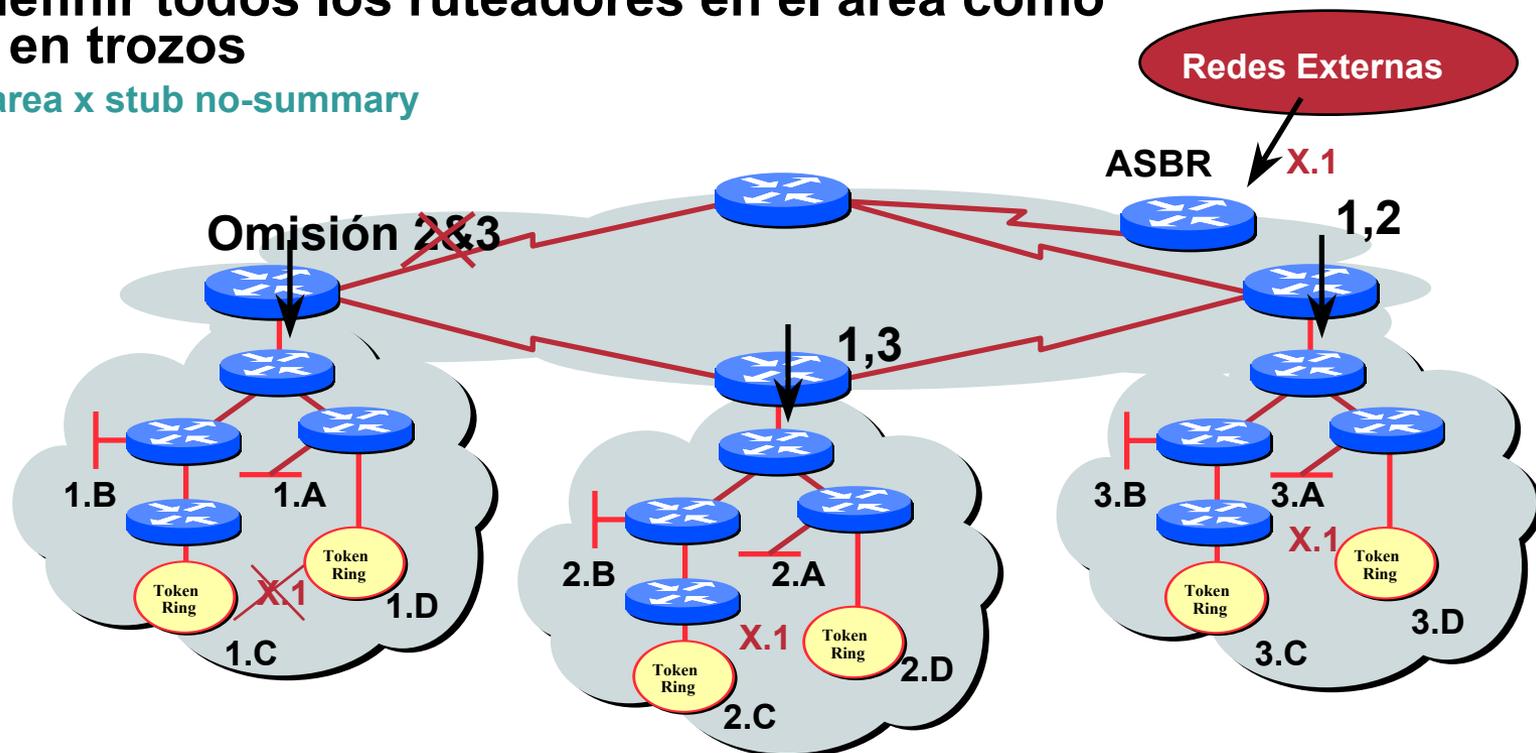


Área Totalmente de Trozos (Totally Stubby Area)

Desde el punto de vista del área 1

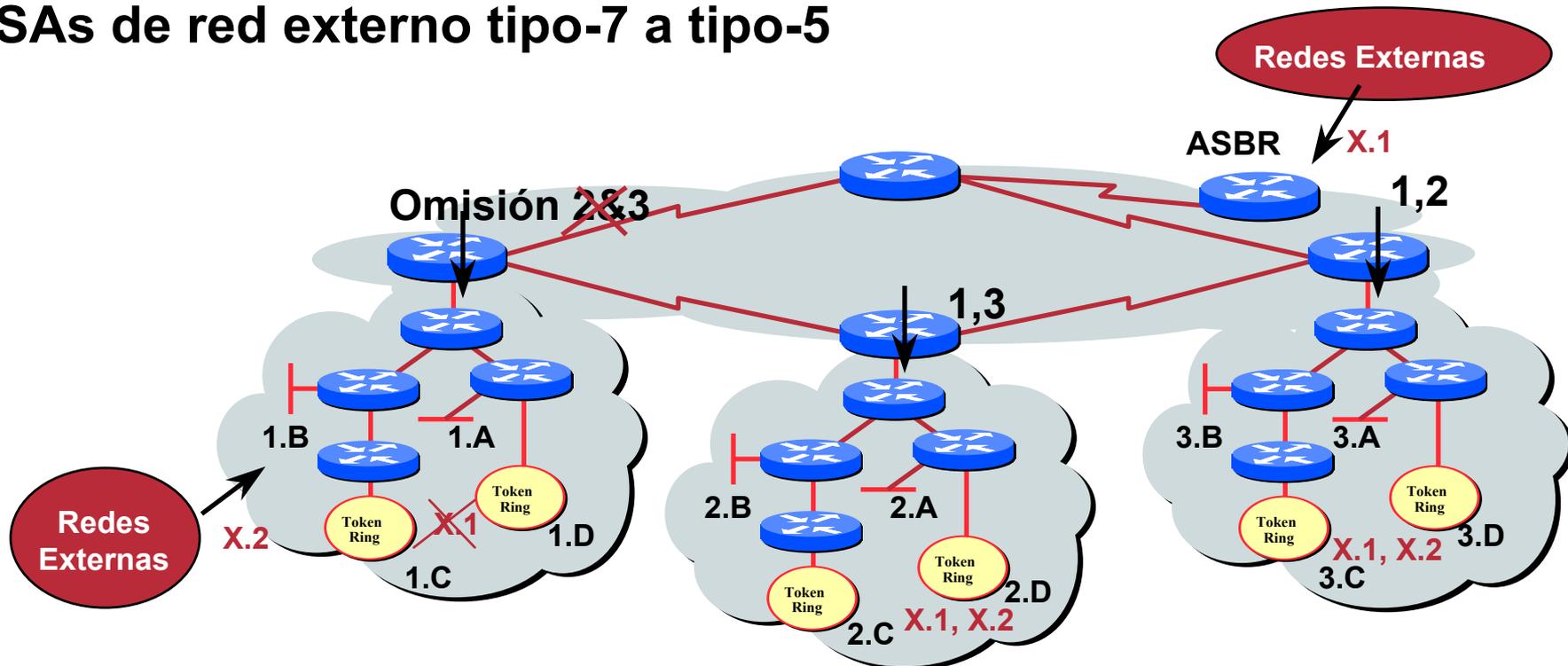
- Solo la red por omisión se inyecta al área
Representa redes externas y todas las redes inter-area routes
- Camino por omisión al ruteador de border mas cercano
- Hay que definir todos los ruteadores en el área como totalment en trozos

Comando `area x stub no-summary`

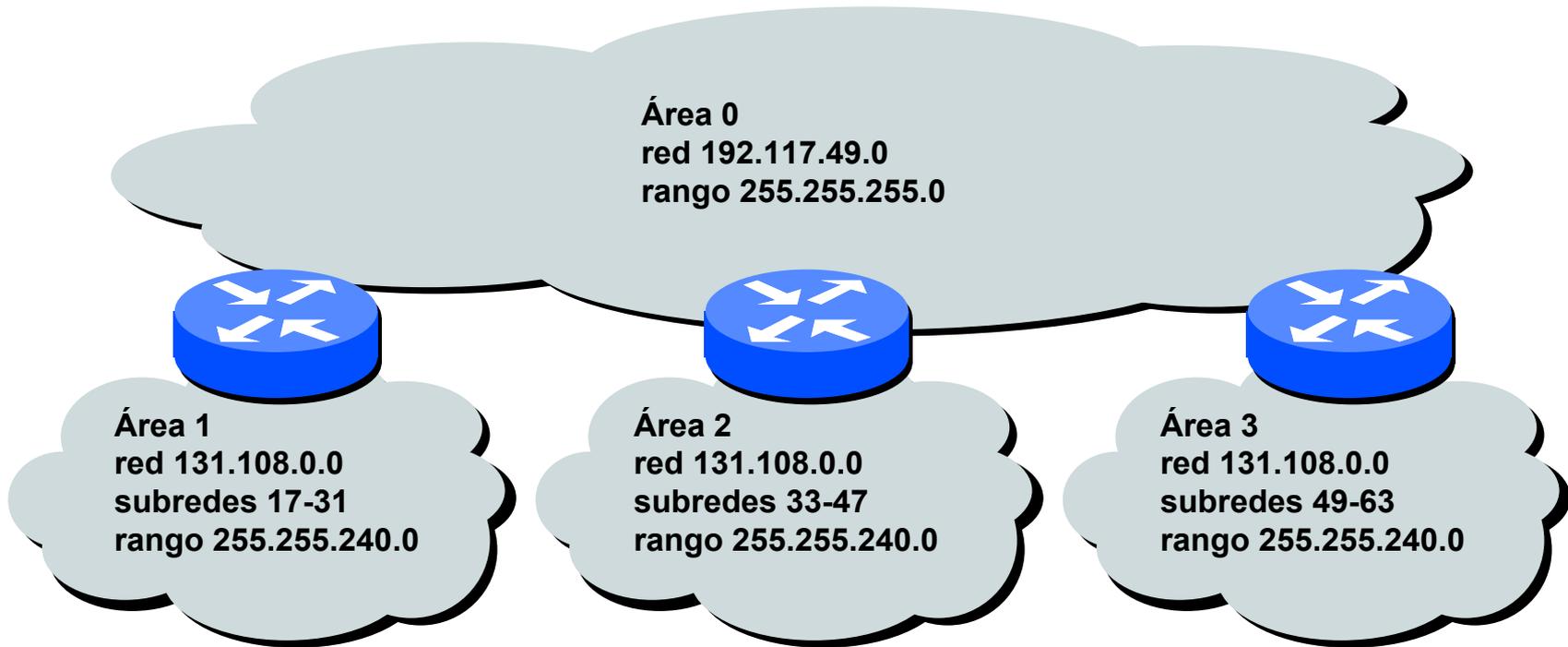


Área No Tan en Trozos (Not-So-Stubby)

- Capaz de importar rutas externas en forma limitada
- LSA Tipo-7 para transportar información externa dentro un NSSA
- Los ruteadores de border del NSSA traducen ciertos LSAs de red externo tipo-7 a tipo-5



Direccionamiento



Asigna rangos contiguos de subredes por área para facilitar el resumen

- **Diseño de una Red OSFP Escalable**

Jerarquía de Áreas

Áreas tipo Trozo

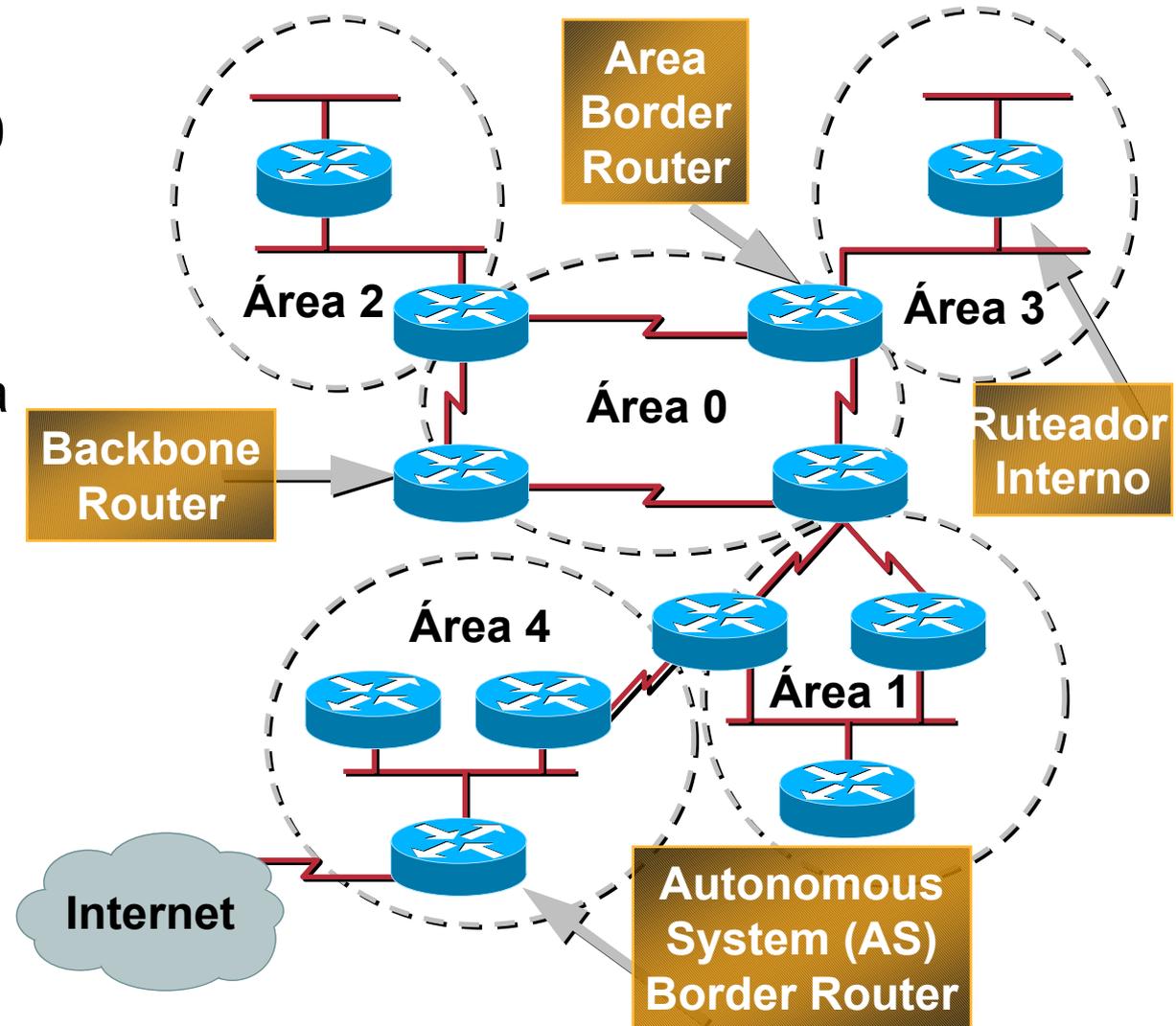
Direccionamiento Contiguo

Resumen de rutas

Diseño de OSPF en Proveedores de Servicios

Áreas en OSPF y Reglas

- La dorsal área 0 debe existir
- Todos los demás áreas deben tener una conexión a la dorsal
- La dorsal debe ser contigua
- No haga particiones del área 0



- **El diseño con OSPF y el direccionamiento van juntos**

El objetivo es mantener *pequeña* la base de datos de estado de enlaces

Crear la jerarquía de red para coincidir con la topología

Separa bloques para infraestructura, interfaces de clientes, clientes, etc.

- **Examina la topología física**
 - ¿Está en malla o en árbol?
- **Trata de usar un área de trozo (stub) como sea posible**
 - Reduce la sobrecarga y cuentas de LSA
- **Empuja la creación de una dorsal**
 - Reduce la malla y promueve jerarquía

- **Un SPF por área, inundación hecha por área**
Cuidado de no sobrecargar a los ABRs
- **Tipos diferentes de áreas hacen inundaciones diferentes**
 - **Áreas normales (Normal areas)**
 - **Area de Trozos (Stub areas)**
 - **Totalmente en Trozos (Totally stubby (stub no-summary))**
 - **No tan en Trozos (not so stubby areas (NSSA))**

- **Redundancia**

Enlaces dobles fuera de cada área – utiliza métricas para ingeniería de tráfico

Demasiado redundancia...

Dos enlaces de un área de trozos deben ser iguales – sino el ruteo se vuelve sub-óptimo

Demasiada Redundancia en la dorsal sin buena sumarización puede afectar la convergencia del área 0

- **Funcionalidades de OSPF que se deben considerar:**

Cambio de logging OSPF para vecinos

Costo de referencia en OSPF

Comando Router ID en OSPF

Clear/Restart del proceso de OSPF

Mejores Prácticas Comunes en OSPF – Agregando Redes

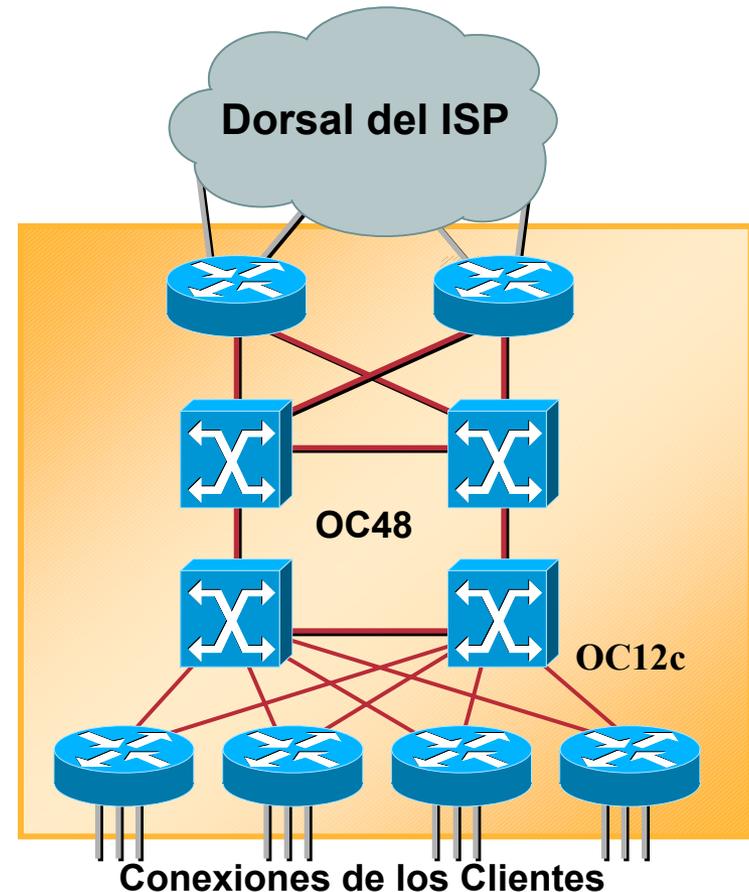
OSPF – Agregado Redes

- **Mejor Practica Común – Uso de la declaración “network” en OSPF para cada enlace de infraestructura**

Tener bloques separadas de direcciones IP para *infraestructura* y *enlaces de clientes*

Utilice Interfaces *IP Unnumbered* o BGP para llevar los /30 de los clientes

OSPF sólo debe de llevar rutas de infraestructura en una red de un ISP



OSPF – Agregando Redes (Un método)

- **Redistribuir las redes conectadas**

**Funciona con todos las interfaces conectas al
ruteador pero envía redes externas tipo-2 que
no son resumidas**

```
router ospf 100
```

```
redistribute connected subnets
```

- **No recomendable**

OSPF – Agregando Redes

- **Línea “network” específica**

Cada interfaz necesita una declaración específica “network” en OSPF. Una interfaz que no necesita anunciar paquetes “hello” de OSPF debe ser pasiva (*passive-interface*).

```
router ospf 100
  network 192.168.1.1 0.0.0.3 area 51
  network 192.168.1.5 0.0.0.3 area 51
  passive interface Serial 1/0
```

OSPF – Agregando Redes

- **Declaración “network” – máscara de agregación**

Cada interfaz es comprendida en la máscara de agregación. Interfaces que no deben de inundar paquetes “hello” de OSPF necesitan *passive-interface* o *default passive-interface*.

```
router ospf 100
  network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 51
  default passive-interface default
  no passive interface POS 4/0
```

- **La temática principal cuando se selecciona una técnica: Mantenga la Base de Datos de Estado de Enlaces Pequeña**

Incrementa Estabilidad

Reduce la cantidad de información en los Anunciones de Estado de Enlaces (LSAs)

Acelera el Tiempo de Convergencia

OSPF – Funcionalidades Nuevas y Utiles

Registro de Cambios de Vecinos OSPF

- El ruteador genera un mensaje de registro cuando un vecino OSPF cambia de estado
- Sintaxis:

`[no] ospf log-adjacency-changes`

- Ejemplo de un mensaje típico de registro:

```
%OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr  
223.127.255.223 on Ethernet0 from LOADING to  
FULL, Loading Done
```

Número de Cambio de Estado

- El número de transiciones de estado está disponible mediante SNMP (ospfNbrEvents) y la línea de comandos (CLI):

```
show ip ospf neighbor [type number]  
[neighbor-id] [detail]
```

Detail—(Opcional) Despliega todos los vecinos en detalle (lista de vecinos). Cuando se especifica, el contador de transición de estado del vecino es mostrado por interfase o ID del vecino.

Cambios de Estado (Cont.)

- Para reajustar estadísticas de OSPF, utilice el comando EXEC **clear ip ospf counters**. En este punto **neighbor** es la única opción disponible; reajusta los contadores de transición de estado del vecino por interface y por ID del vecino

```
clear ip ospf counters [neighbor [<type  
number>] [neighbor-id]]
```

Costo OSPF: Ancho de Banda de Referencia

- **Ancho de Banda utilizado en el cálculo de la métrica**

$$\text{Costo} = 10^8 / \text{Ancho de Banda}$$

No es útil para Ancho de Banda > 100 Mbps

- **Sintaxis:**

```
ospf auto-cost reference-bandwidth <reference-bandwidth>
```

- **La referencia por omisión aun es 100 para compatibilidad**

ID del Ruteador en OSPF

- Si la interfaz loopback existe y tiene una dirección IP, es usada como el ID del ruteador en los protocolos de enrutamiento - **¡estabilidad!**
- Si la interfaz loopback no existe, o no tiene dirección IP, el ID del ruteador es la dirección IP configurada mas alta – **¡peligro!**
- Nuevo subcomando para definir manualmente en OSPF en ID del ruteador:

```
router-id <ip address>
```

OSPF Clear/Restart

- **clear ip ospf [pid] redistribution**

Este comando puede limpiar la redistribución basado en ruteo OSPF con un identificador de proceso. Si no hay un pid, asume todos los procesos OSPF.

- **clear ip ospf [pid] counters**

Este comando reajusta los contadores basado en el ID del proceso de ruteo de OSPF. Si no existe pid, asume todos los procesos de OSPF.

- **clear ip ospf [pid] process**

Este comando reinicia el proceso de OSPF. Si no se indica ningún pid, asume todos los procesos OSPF. Este intenta mantener el ID del ruteador viejo, excepto en casos donde fue configurado el nuevo ID del ruteador o la vieja configuración del ID fue quitada. Dado que puede afectar a la red, se requiere una confirmación del usuario para continuar.

Resumen de Comandos OSPF

Redistribuir Rutas hacia OSPF

ROUTER OSPF <pid#x>

REDISTRIBUTE {protocol} <as#y>

<metric>

<metric-type (1 or 2)

<tag>

<subnets>

Sub-comandos del comando Router OSPF

- **NETWORK <n.n.n.n> <máscara> AREA <ID-área>**
- **AREA <ID-área> STUB {no-summary}**
- **AREA <ID-área> AUTHENTICATION**
- **AREA <ID-área> DEFAULT_COST <costo>**
- **AREA <ID-área> VIRTUAL-LINK <ID-ruteador>...**
- **AREA <ID-área> RANGE <máscara de dirección>**

Subcomandos del Interfaz

- **IP OSPF COST <costo>**
- **IP OSPF PRIORITY <numero de 8-bits>**
- **IP OSPF HELLO-INTERVAL <número de segundos>**
- **IP OSPF DEAD-INTERVAL <número de segundos>**
- **IP OSPF AUTHENTICATION-KEY <contraseña de 8-bytes>**

Introducción a OSPF

ISP/IXP Workshops