

# Enrutamiento Básico

## Talleres para ISP/IXP

# Conceptos de Enrutamiento

- **IPv4**
- **Enrutamiento**
- **Reenvío**
- **Algunas Definiciones**
- **Opciones de políticas**
- **Protocolos de Enrutamiento**

- **Internet utiliza IPv4**

**Direcciones de 32 bits**

**En el rango de 1.0.0.0 a 223.255.255.255**

**0.0.0.0 a 0.255.255.255 y 224.0.0.0 a 255.255.255.255  
están reservados para usos “especiales”**

- **Direcciones de IPv4 están divididas en  
componentes: red y estación**

# Formato de Las Direcciones de IPv4

- **Direcciones y máscaras**

Se escriben:

12.34.56.78 255.255.255.0 ó

12.34.56.78/24

La **máscara** representa el número de bits que define la dirección de red en los 32 bits de la dirección

El resto de los bits representan el número de estación

# ¿Cuál es la Función de un Enrutador?

Cisco.com



# Un día en la vida de un enrutador

**Encontrar un camino**

**Reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete ...**

**Encontrar un camino alternativo**

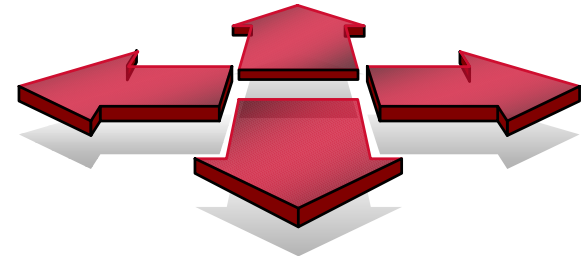
**Reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete, reenvía un paquete ...**

**Repetir hasta que se apague ...**



# Enrutamiento Vs. Reenvío (Forwarding)

- **Enrutamiento = construir mapas y dar direcciones**
- **Reenvío = transferir los paquetes entre interfaces, de acuerdo a las direcciones dadas por el proceso de enrutamiento**



# Enrutamiento de IP – Encontrando el camino

- **El camino es derivado de la información recibida por el protocolo de enrutamiento**
- **Pueden existir varios caminos alternativos**
  - El mejor es colocado en la tabla de **reenvío (forwarding)**
- **Las decisiones son actualizadas periódicamente o cuando cambia la topología (controlada por eventos)**
- **Las decisiones están basadas en:**
  - Topología, políticas y métricas (número de saltos, filtros, tiempo de respuesta, ancho de banda, etc.)**



# Búsqueda de una Ruta de IP

- **Basada en la dirección de destino del paquete IP**
- **Enrutamiento basado en el prefijo más largo disponible**

**Un prefijo más específico es preferido sobre un prefijo menos específico**

**Por ejemplo:** un paquete con un destino de 10.1.1.1/32 es enviado al enrutador que anuncia 10.1/16 en lugar de ser enviado al enrutador que anuncia 10/8.

# Búsqueda de una Ruta IP

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

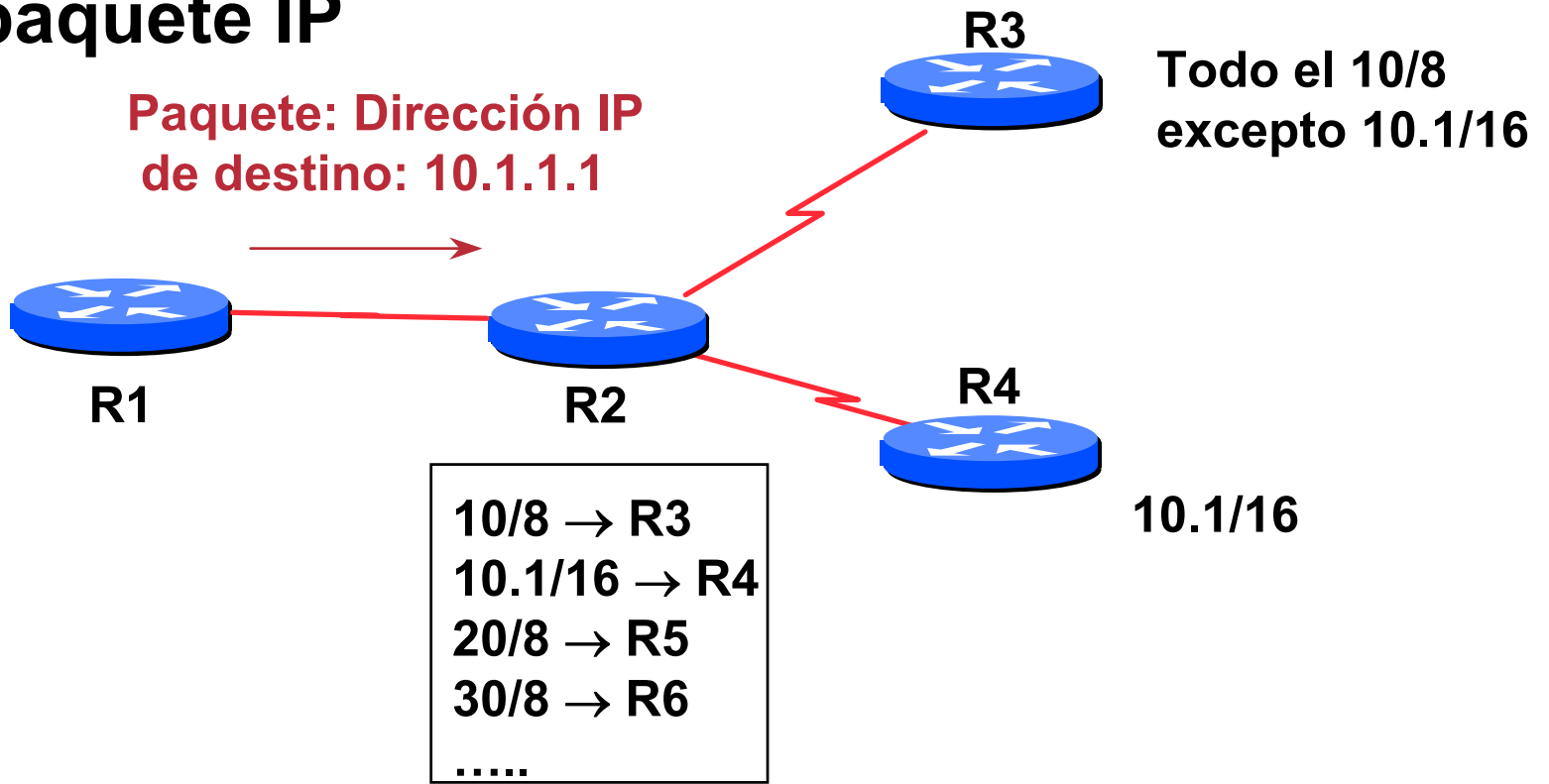


Tabla de enrutamiento de R2

# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

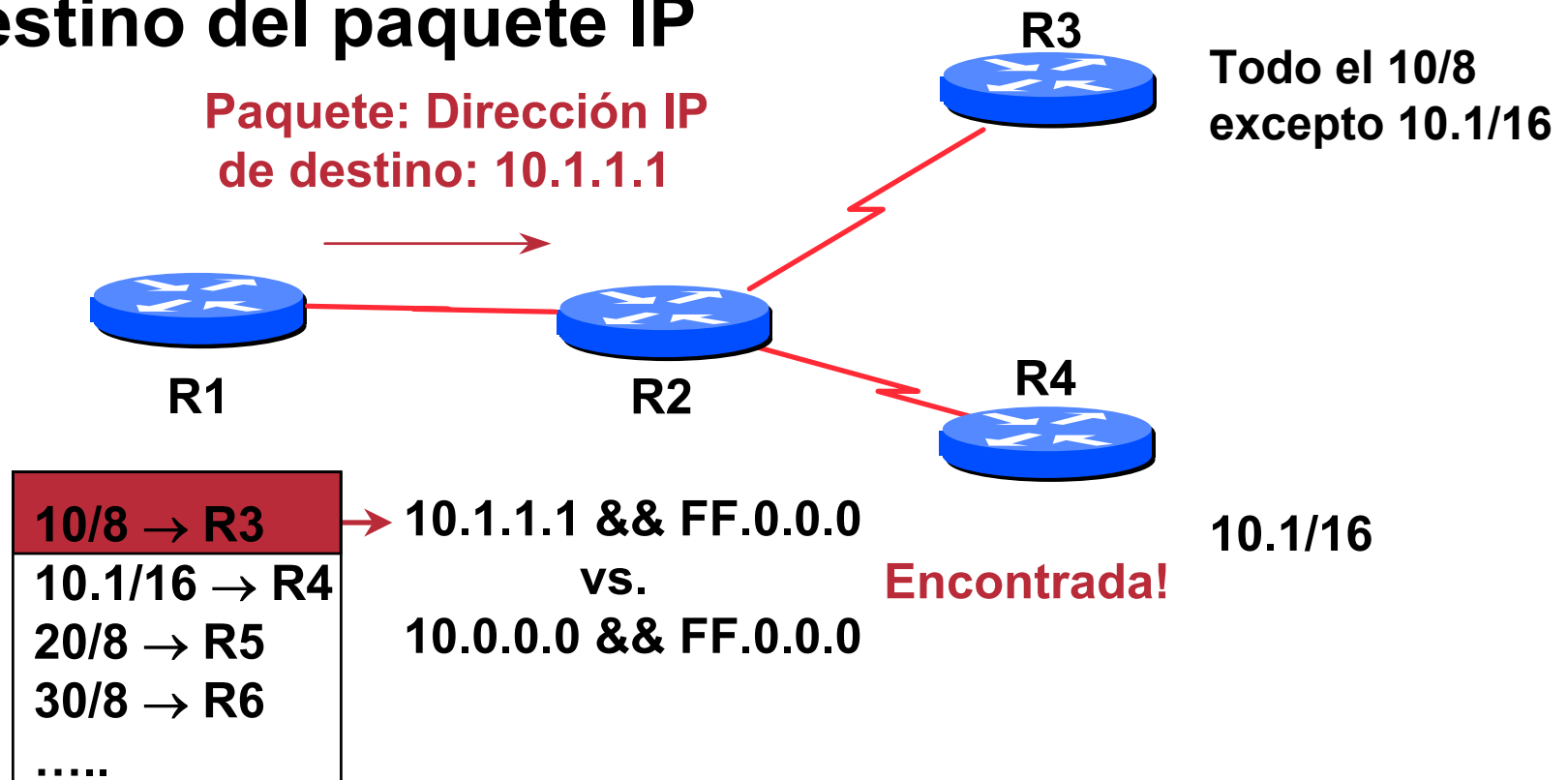


Tabla de enrutamiento de R2

# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

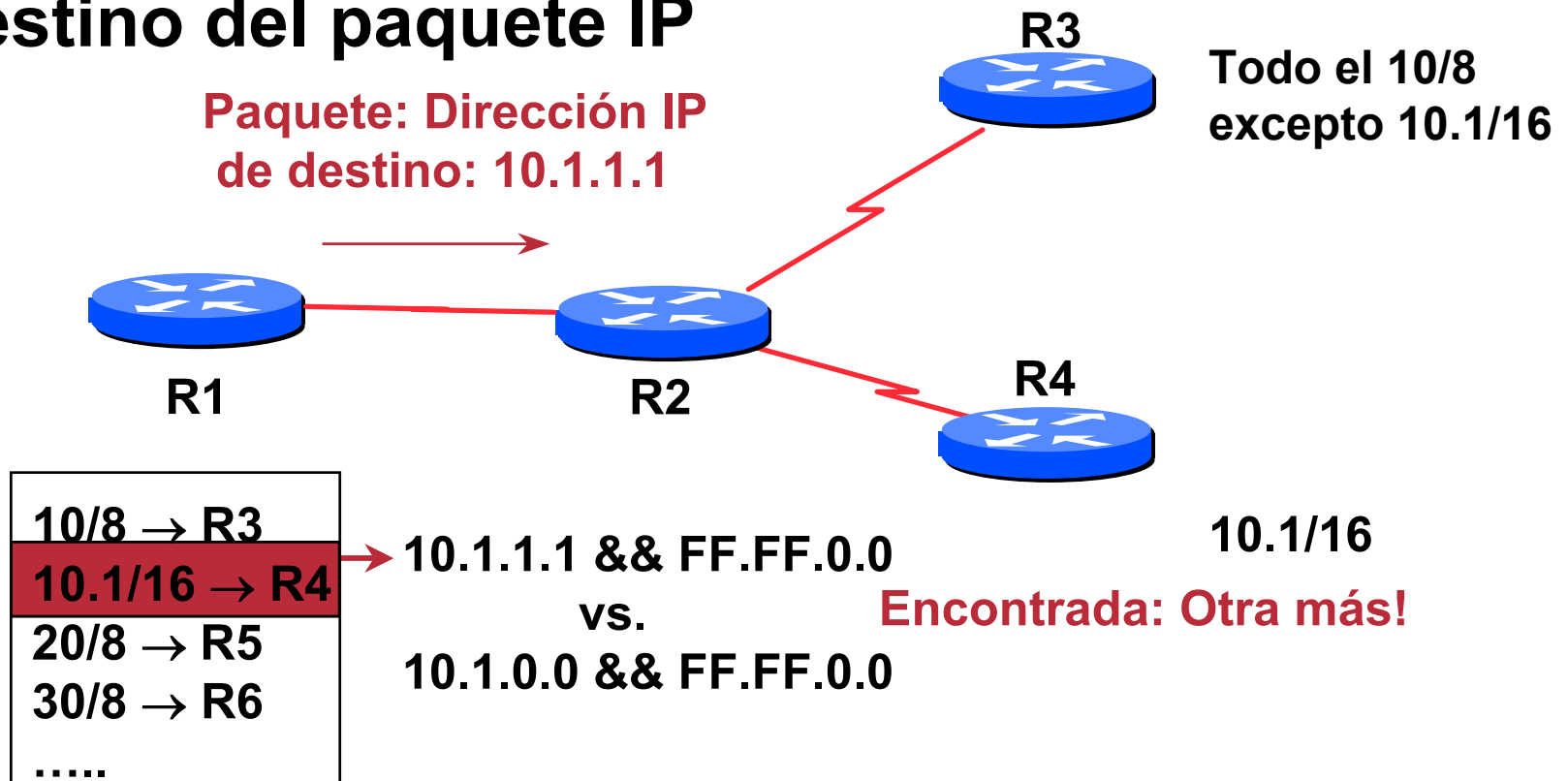


Tabla de enrutamiento de R2

# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

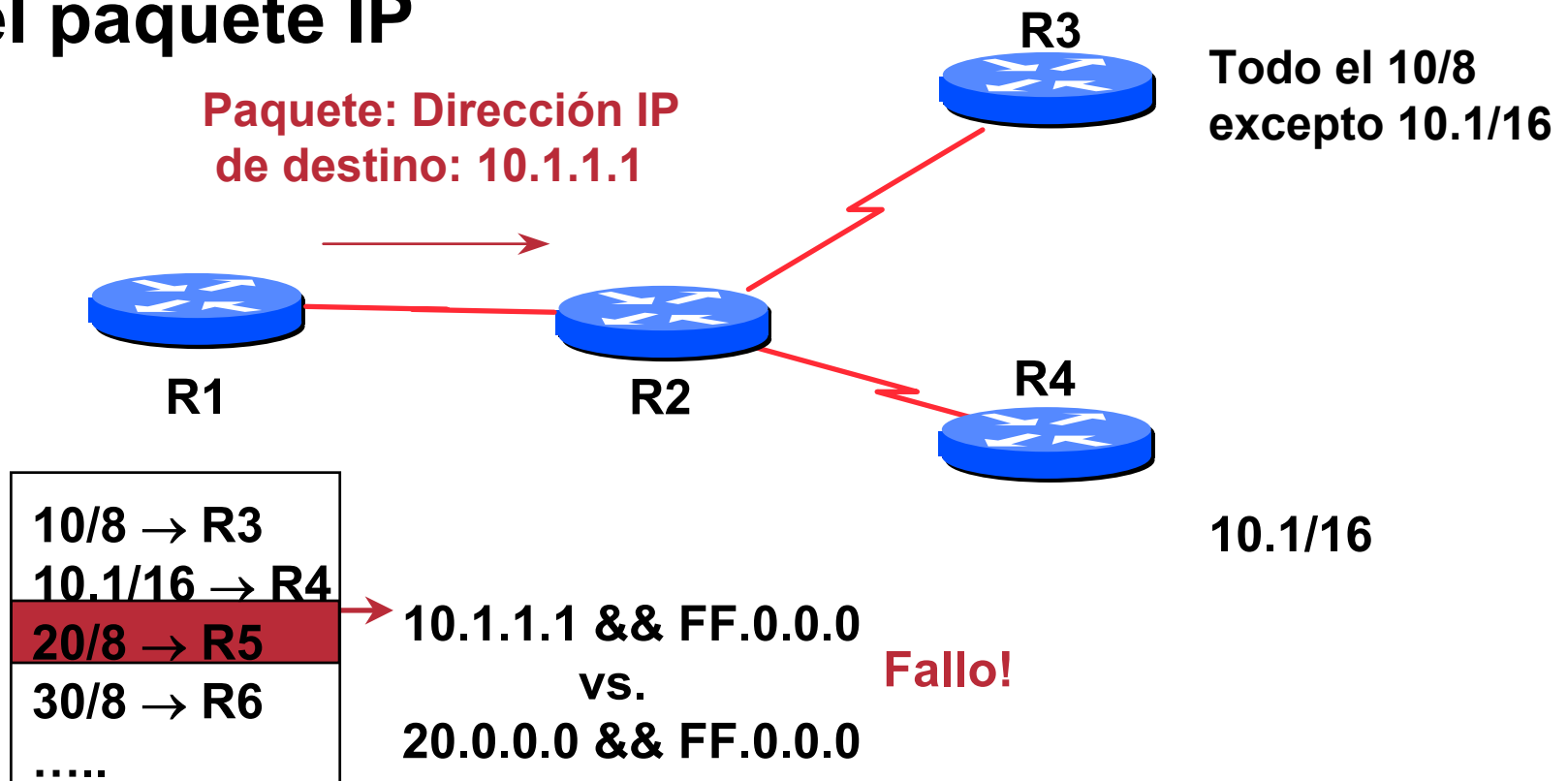


Tabla de enrutamiento de R2

# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

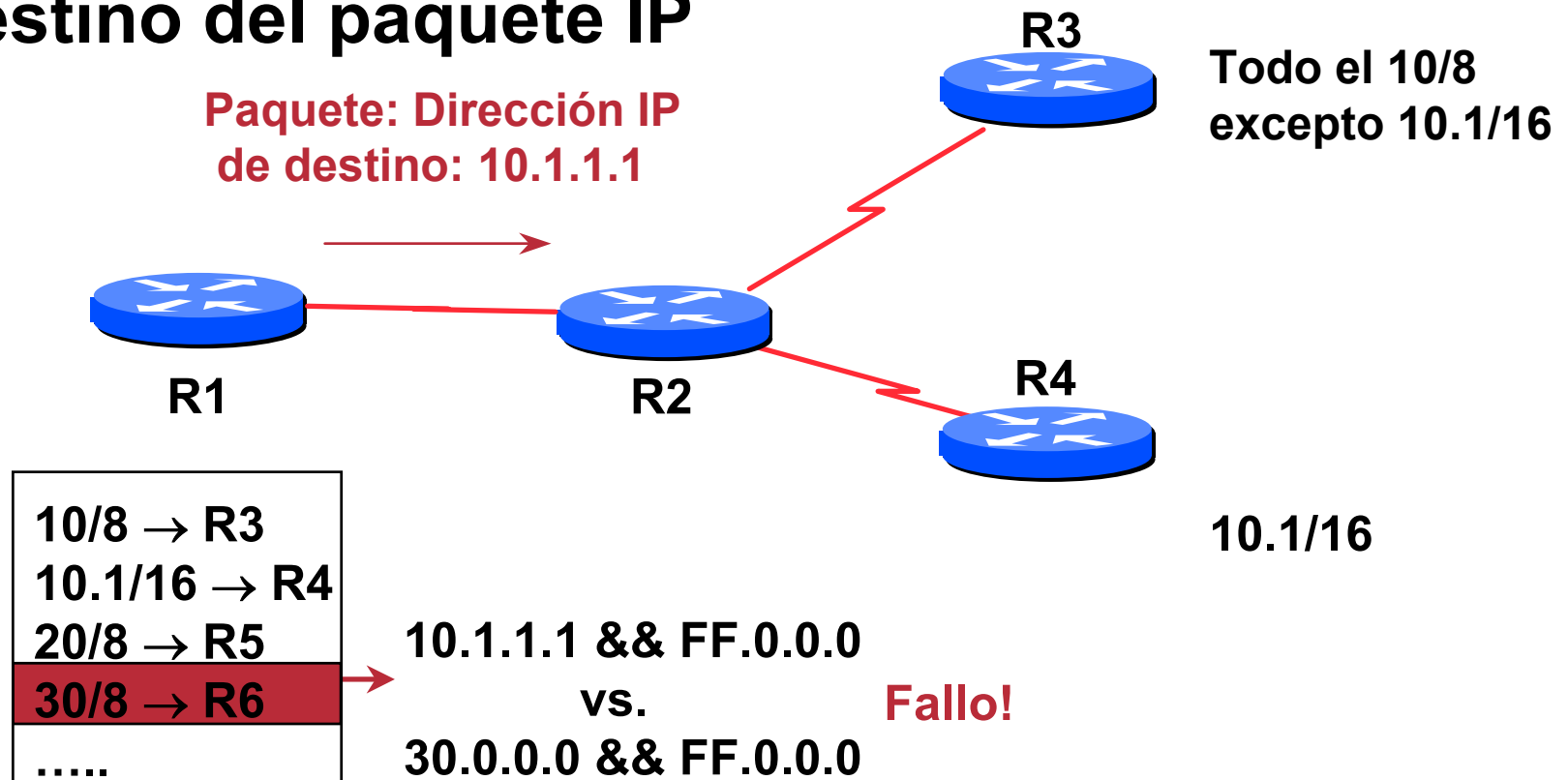
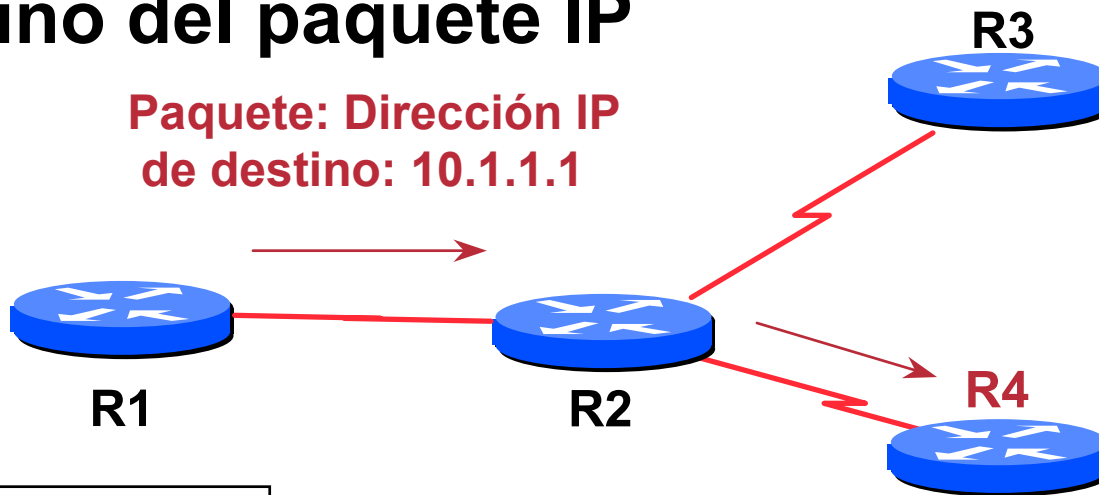


Tabla de enrutamiento de R2

# Búsqueda de Ruta IP: Prefijo Más Largo

- Basada en la dirección de destino del paquete IP

Paquete: Dirección IP de destino: 10.1.1.1



Todo el 10/8 excepto 10.1/16

10.1/16

10/8 → R3
10.1/16 → R4
20/8 → R5
30/8 → R6
.....

Prefijo más largo, Mascara de 16 bits

Tabla de enrutamiento de R2

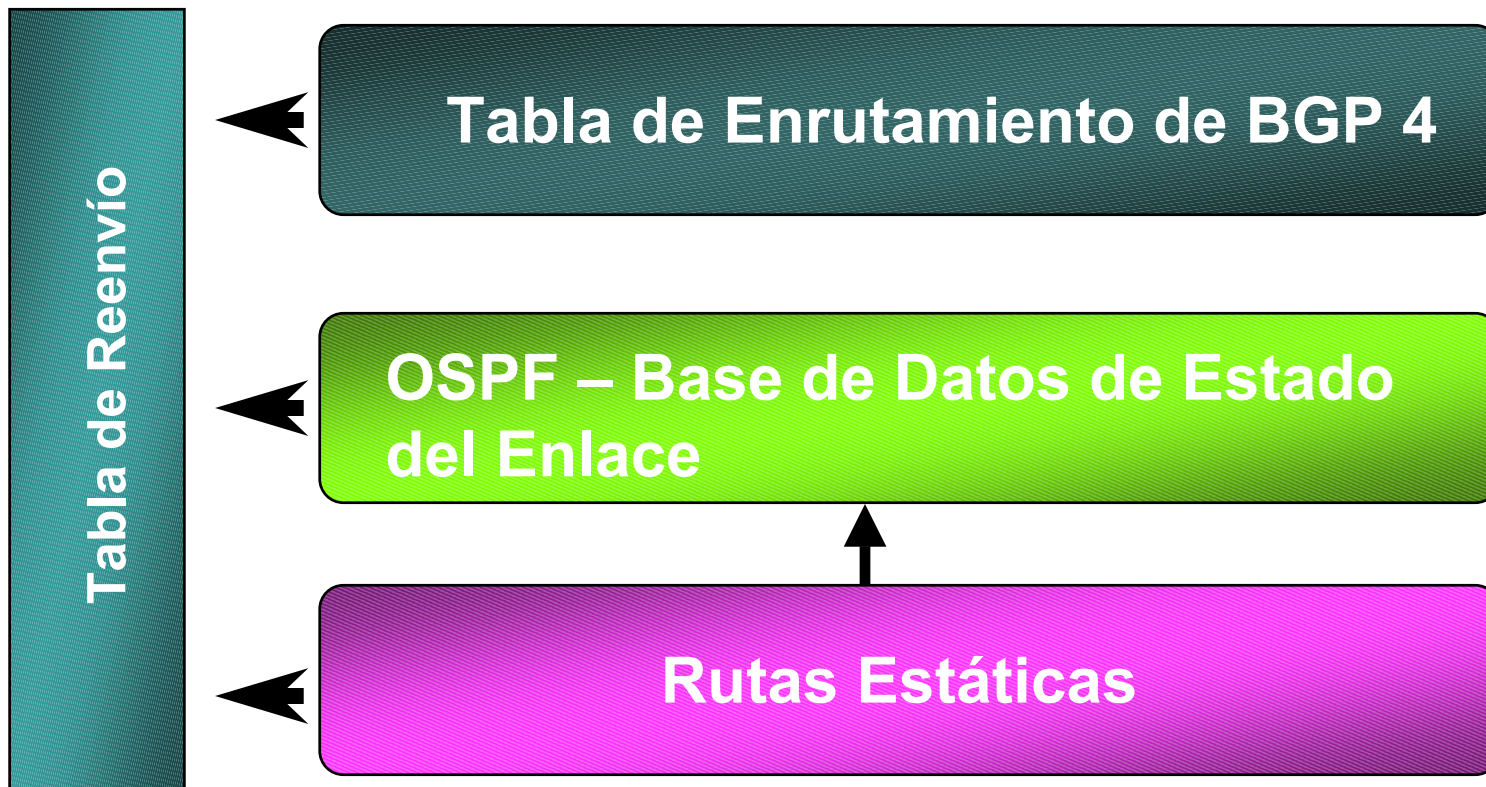
# Reenvío de Paquetes IP

- El enrutador decide a que interfaz debe enviar el paquete
- La tabla de reenvío (**Forwarding table**) es actualizada por el proceso del protocolo de enrutamiento
- Decisiones para el reenvío:
  - Dirección de destino
  - Clase de servicio (puesta en cola justa, precedencia, otros)
  - Requerimientos locales (filtros de paquetes)
- Puede ser ayudada por hardware especial



# Las Tablas de Enrutamiento Ayudan a Poblar las Tablas de Reenvío

Cisco.com



# Enrutamiento Explícito Vs. Por Defecto

- **Por Defecto:**

- Simple, barata (en términos de ciclos, memoria, ancho de banda)

- Poca granularidad (juega con las métricas)

- **Explícito (zona libre de ruta por defecto)**

- Más difícil, compleja, alto costo, alta granularidad

- **Híbrido**

- Minimiza la complejidad y dificultad

- Provee granularidad adecuada

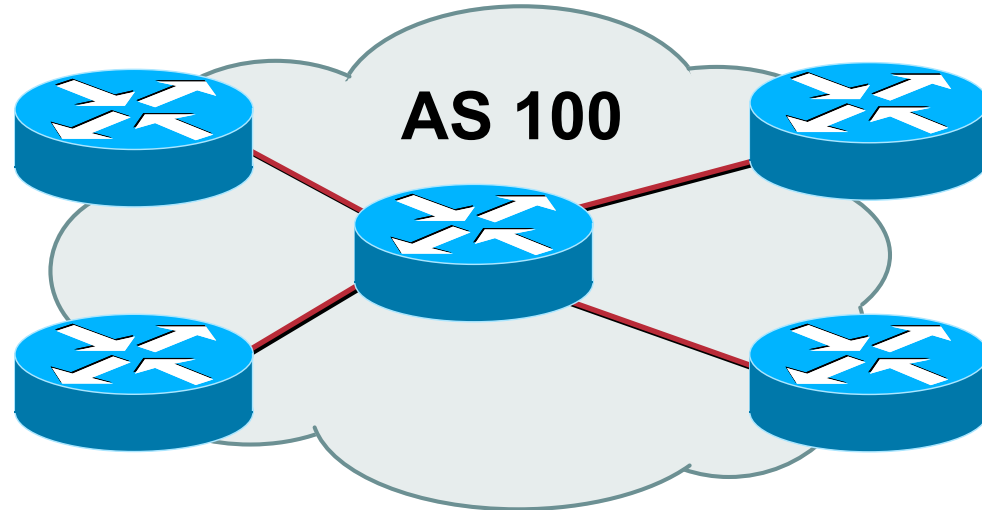
- Requiere conocimientos de filtros

# Tráfico de Salida

- **Cómo los paquetes salen de la red**
- **Tráfico de Salida depende de:**
  - Disponibilidad de rutas (qué recibes de otras redes)**
  - Rutas aceptadas (qué aceptas de otras redes)**
  - Políticas y Afinamiento (qué haces con las rutas de otros)**
  - Acuerdos de Tránsito y de Intercambio (**Peering**)**

- **Cómo los paquetes llegan a tu red y a las redes de tus clientes**
- **Tráfico de Entrada depende de:**
  - Qué información se envía y a quién**
  - Direccionamiento y ASs**
  - Las políticas de los demás (qué aceptan de tu red y que hacen con esta información)**

# Sistema Autónomo (AS)

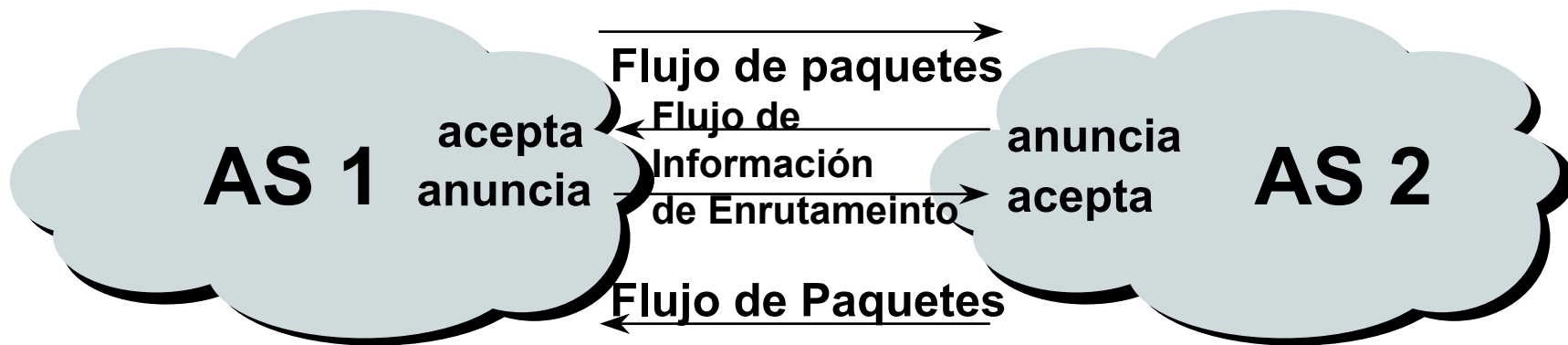


- **Conjunto de redes con políticas de enrutamiento comunes**
- **El mismo protocolo de enrutamiento**
- **Usualmente bajo el control administrativo de la misma entidad**

# Definiciones

- **AS Vecinos (Neighbors)** – ASs con los que se intercambia información de enrutamiento directamente
- **Anunciar (Announce)** – enviar información de enrutamiento a un vecino
- **Aceptar (Accept)** – recibir y utilizar información de enrutamiento enviada por un vecino
- **Originar (Originate)** – insertar información de enrutamiento en anuncios externos (usualmente como resultado de un IGP)
- **Vecinos (Peers)** – enrutadores, en AS vecinos o dentro del mismo AS, con los se intercambia información de políticas y enrutamiento

# Flujo de Paquetes y Flujo de Información de Enrutamiento



**Para que las redes en AS1 y AS2 se puedan comunicar:**

**AS1 anunciar hacia AS2**

**AS2 debe aceptar desde AS1**

**AS2 debe anunciar hacia AS1**

**AS1 debe aceptar desde AS2**

# Flujo de Paquetes y Flujo de Información de Enrutamiento

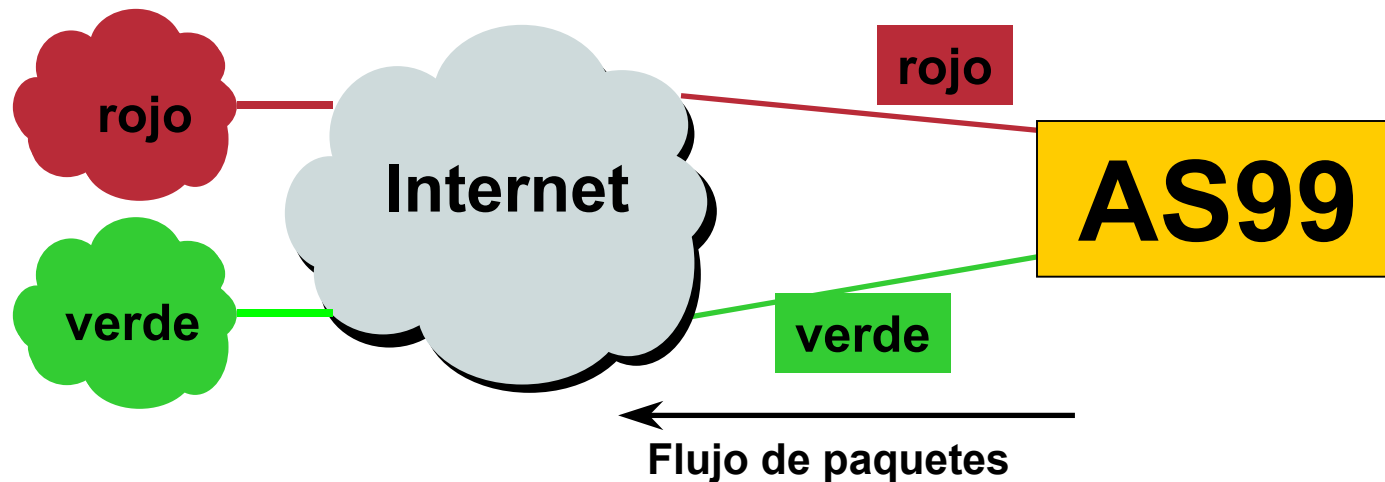
- **El flujo de tráfico ocurre en la dirección opuesta al flujo de la información de enrutamiento**

**Filtrado de información de enrutamiento a la salida inhibirá el flujo de tráfico hacia adentro**

**Filtrado de la información de enrutamiento a la entrada inhibirá el flujo de tráfico hacia fuera**



# Limitaciones de las Políticas de Enrutamiento

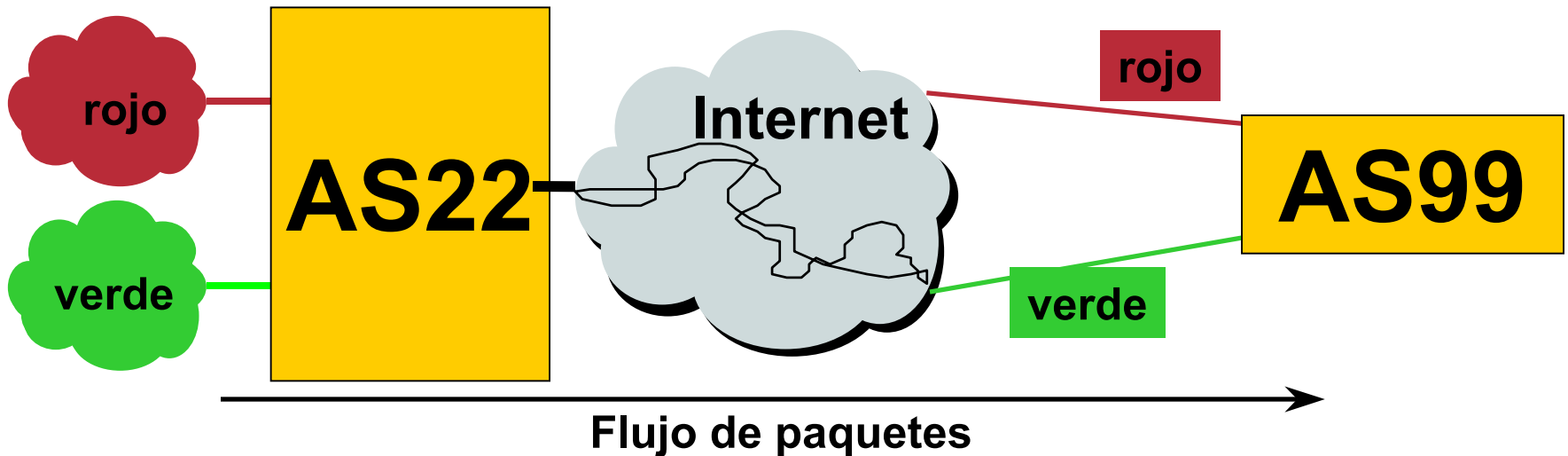


**AS99 usa el enlace rojo para el tráfico que va hacia el AS rojo y el enlace verde para tráfico que al AS verde**

**Para implementar esta política, el AS99 debe:**

- **Aceptar por el enlace rojo rutas que se originan en el AS rojo**
- **Aceptar todas las demás rutas por el enlace verde**

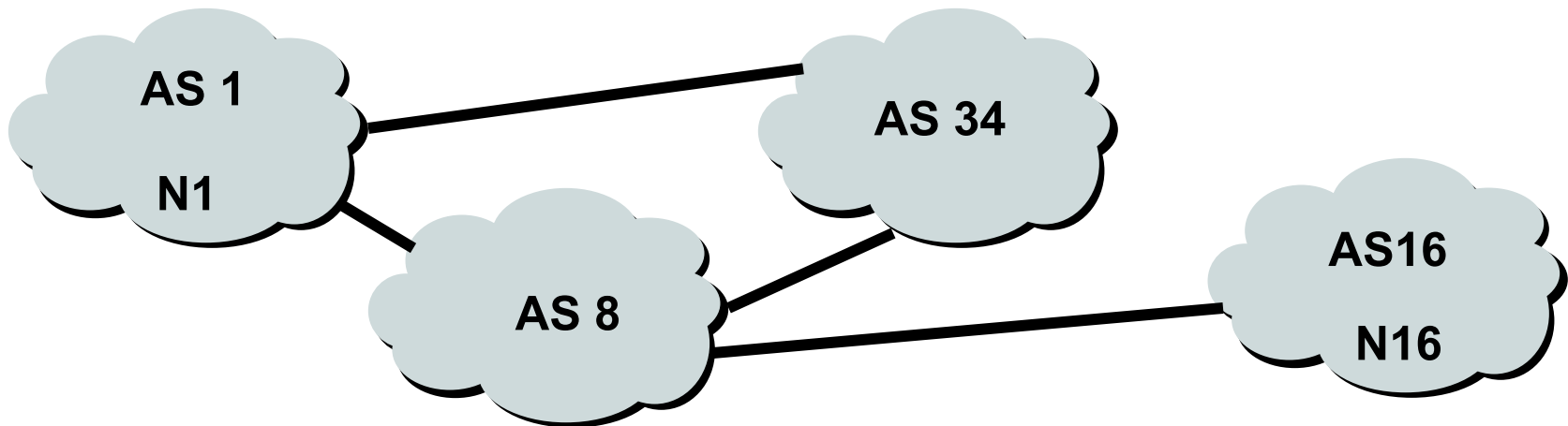
# Limitaciones de las Políticas de Enrutamiento



Para paquetes que fluyen hacia el AS 99:

**Algunas políticas no pueden ser implementadas a no ser que el AS 22 y todos los AS intermediarios cooperen en empujar el tráfico del AS verde hacia el enlace verde.**

# Políticas de Enrutamiento con Múltiples ASs

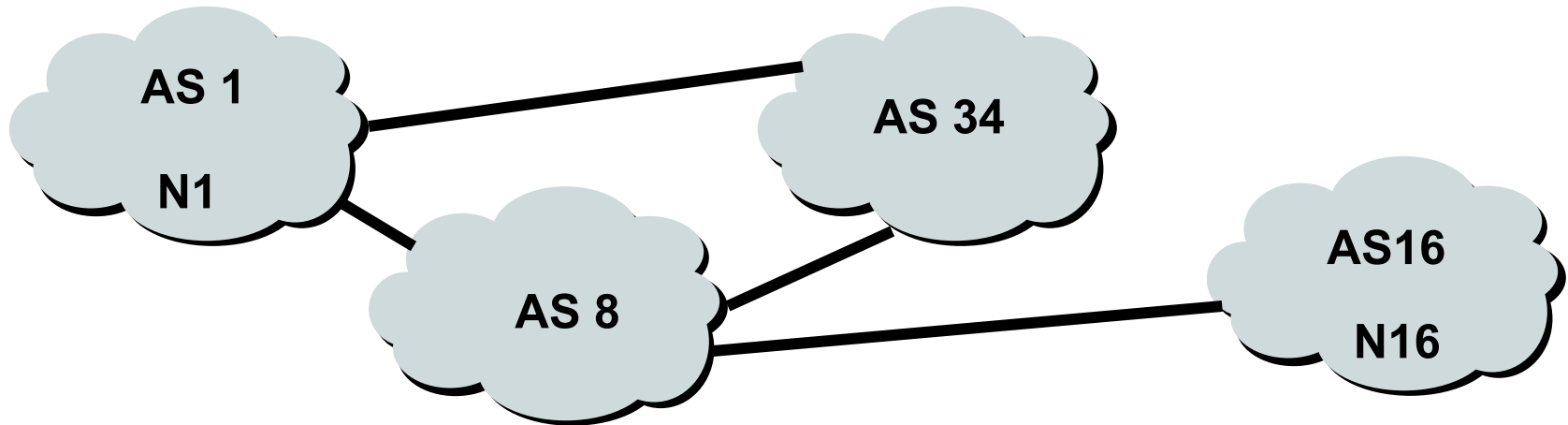


**Para que la red N1 en AS1 puede enviar tráfico hacia la red N16 en AS16:**

- **AS16 debe originar y anunciar N16 hacia AS8.**
- **AS8 debe aceptar N16 desde AS16.**
- **AS8 debe anunciar N16 hacia AS1 o AS34.**
- **AS1 debe aceptar N16 desde AS8 o AS34.**

**Para que los paquetes fluyan en la otra dirección, AS1 debe implementar políticas similares.**

# Políticas de Enrutamiento con Múltiples ASs



**Se puede apreciar que la complejidad de las políticas se incrementa mientras existan más caminos entre sitios finales.**

# Granularidad de las Políticas de Enrutamiento

- **Que anuncias/aceptar**
- **Preferencias entre varios anuncios aceptados**

**Una ruta específica**

**Rutas originas por un AS específico**

**Rutas originadas por un grupo de ASs**

**Rutas que pasen por un camino específico**

**Rutas que pasen por un AS específico**

**Rutas que pertenecen a otros grupos de políticas (incluyendo combinaciones))**

# Consideraciones sobre las Políticas de Enrutamiento

- **120000 prefijos (no es realista el que podamos definir políticas, individualmente, para cada uno de ellos)**
- **Orígenes desde 15000 ASs (son muchos)**
- **Rutas asociadas a un AS específico pueden ser inestables independientemente de la conectividad**
- **El agrupar ASs es una abstracción natural para propósito de filtrado de prefijos**

# ¿Qué es un IGP?

- **Protocolo de Pasarela Interior (Interior Gateway Protocol)**
- **Dentro de un Sistema Autónomo**
- **Lleva información sobre los prefijos de la infraestructura interna**
- **Ejemplos – OSPF, ISIS, EIGRP...**

# ¿Por Qué Necesitamos un IGP?

- **Para escalar el backbone de un ISP**

**Jerarquía**

**Construcción Modular de la Infraestructura**

**Limitar el alcance de los fallos**

**Reparar los fallos en la infraestructura  
utilizando enrutamiento dinámico de rápida  
convergencia**



# ¿Qué es un EGP?

- **Protocolo de Portal Exterior (Exterior Gateway Protocol)**
- **Utilizado para intercambiar información de enrutamiento entre Sistemas Autónomos**
- **Independiente del IGP**
- **EGP actual es BGP**

# ¿Por Qué Necesitamos un EGP?

- **Para escalar grandes redes**
  - Jerarquía**
  - Limitar el alcance de los fallos**
- **Definir Fronteras/Límites Administrativos**
- **Definición de Políticas**
  - Limitar el alcance hacia prefijos**
  - Fusionar organizaciones independientes**
  - Conectar varios IGPs**

# Protocolos de Enrutamiento Interior Vs. Exterior

- **Interior**

- Descubrimiento automático de vecinos**

- Confianza en la información de los enrutadores que corren el IGP**

- Prefijos van a todos los enrutadores que corren el IGP**

- Conecta enrutadores dentro de una AS**

- **Exterior**

- Vecinos son configurados específicamente**

- Conexión a Redes Externas**

- Define fronteras administrativas**

- Conecta sistemas autónomos**

# Protocolos de Enrutamiento Interior Vs. Exterior

- **Interior**

**Lleva solo las direcciones de infraestructura del ISP**

**ISPs tratan de mantener el tamaño de las tablas del IGP bajo para eficiencia y estabilidad**

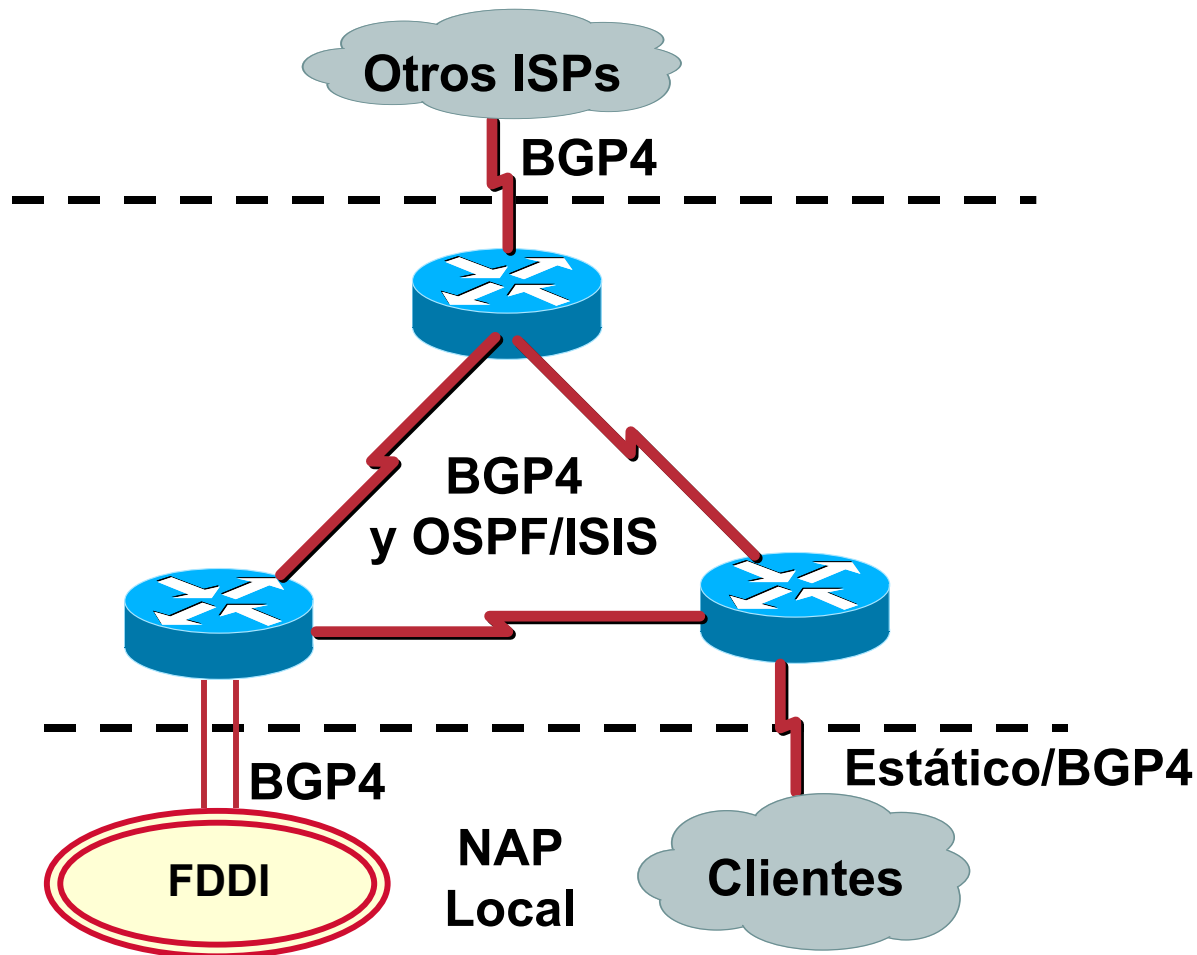
- **Exterior**

**Lleva los prefijos de los clientes**

**Lleva los prefijos del Internet**

**EGPs son independientes de la topología de la red del ISP**

# Jerarquía de los Protocolos de Enrutamiento



# Distancias Administrativas Por Defecto

Cisco.com

Fuente de la Ruta	Distancia Por Defecto
<b>Connected Interface</b>	<b>0</b>
<b>Static Route</b>	<b>1</b>
Enhanced IGRP Summary Route	5
<b>External BGP</b>	<b>20</b>
Internal Enhanced IGRP	90
IGRP	100
<b>OSPF</b>	<b>110</b>
IS-IS	115
RIP	120
EGP	140
External Enhanced IGRP	170
<b>Internal BGP</b>	<b>200</b>
Unknown	255

# Enrutamiento Básico

## Talleres para ISP/IPX