

Multihoming simple



Talleres ISP

Agenda

- ¿Por qué Multihome?
- El set de herramientas de Multihoming
- Como hacer Multihome – Opciones
- Multihoming al mismo AS
- Multihoming a diferentes ASes

¿Por qué Multihome?

- Redundancia
 - Una conexión a internet significa que la red depende de:
 - Enrutador local (configuración, software, hardware)
 - WAN media (falla física, falla del carrier)
 - Proveedor del servicio de la conexión de subida (configuración, software, hardware)

¿Por qué Multihome?

- **Confiabilidad**
 - Las aplicaciones críticas del negocio demandan disponibilidad continua
 - La falta de redundancia implica falta de confiabilidad lo cual implica pérdida de ingresos

¿Por qué Multihome?

- Diversidad de proveedores
 - Muchos negocios demandan diversidad de proveedores como algo rutinario
 - Conexión a internet de dos o más proveedores
 - Con dos o más trayectorias WAN diferentes
 - Con dos o más puntos de salida
 - Con dos o más conexiones internacionales
 - **Dos de todo**

¿Por qué Multihome?

- Cambio de proveedor de conexión de subida (upstream)
- Con un upstream, la migración significa:
 - Desconectar la conexión existente
 - Mover el enlace al nuevo upstream
 - Reconectar el enlace
 - Reanunciar espacio de direcciones
 - Interrumpir el servicio para los usuarios finales (horas, días,...¿?)
- Con dos upstreams, la migración significa:
 - Levantar el enlace del nuevo proveedor (incluyendo BGP y anuncios de direcciones)
 - Desconectar el enlace con el upstream original
 - No hay interrupción de servicio para los usuarios finales

¿Por qué Multihome?

- En realidad no hay una razón, pero tantas veces se ha citado...
- Apalancamiento:
 - Reproducción de un ISP contra el otro para:
 - Calidad de servicio
 - Ofertas de servicio
 - Disponibilidad

¿Por qué Multihome?

- Resumen:
 - Multihoming es fácil de exigir como requisito de cualquier operación
 - Pero lo que significa realmente:
 - ¿En la vida real?
 - ¿Para la red?
 - ¿Para el Internet?
 - Y ¿Cómo lo hacemos?

Definición de Multihoming

- Más de un enlace externo para la red local
 - Dos o más enlaces hacia el mismo ISP
 - Dos o más enlaces a diferentes ISPs
- usualmente **dos** enrutadores de cara al exterior
 - Un enrutador da el enlace y es el único proveedor de la redundancia

Multihoming

- Los escenarios descritos aquí aplican igualmente bien a sitios finales que son clientes de ISPs y a ISPs que son clientes de otros ISPs
- Los detalles de la implementación pueden ser diferentes, por ejemplo::
 - Sitio final → ISP Configuración de sitio final
 - ISP1 → ISP2 Comparten configuración entre ISPs

Número de Sistema Autónomo (ASN)

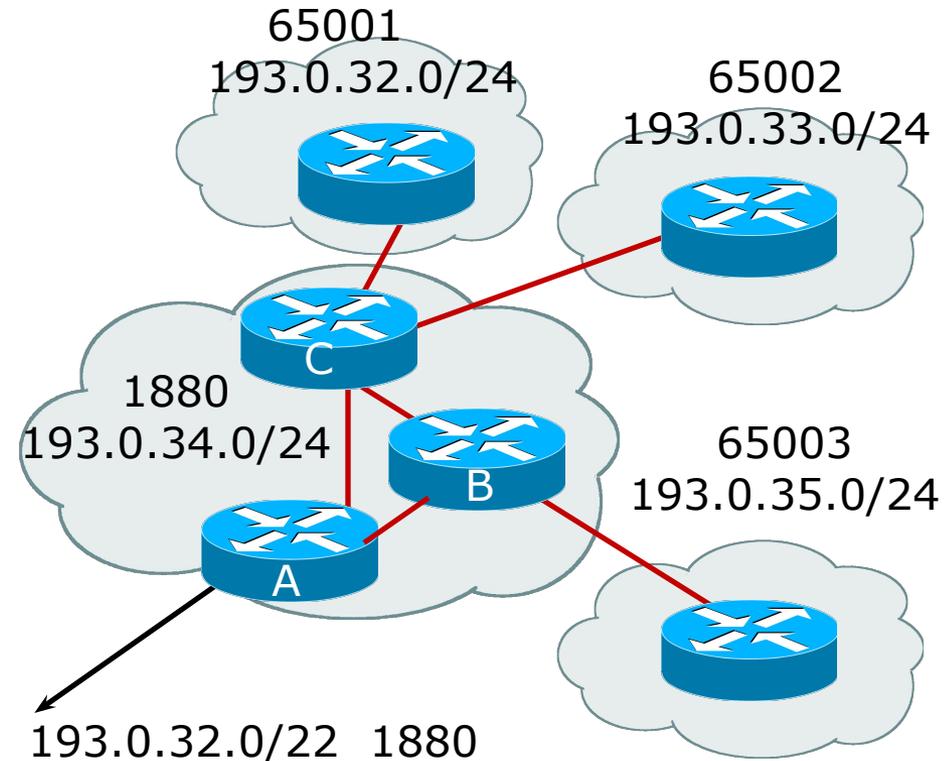
- Dos rangos
 - 0-65535 (rango original de 16 bits)
 - 65536-4294967295 (rango 32 bits – RFC6793)
- Uso:
 - 0 y 65535 (reservado)
 - 1-64495 (Internet pública)
 - 64496-64511 (documentación – RFC5398)
 - 64512-65534 (uso privado solamente)
 - 23456 (representa rango de 32 bits en palabra de 16 bits)
 - 65536-65551 (documentación – RFC5398)
 - 65552-4199999999 (Internet pública)
 - 4200000000-4294967295 (uso privado solamente)
- Representación del rango de 32 bits especificado en RFC5396
 - Define “asplain” (formato tradicional) como notación estándar

Número de Sistema Autónomo (ASN)

- Los ASNs son distribuidos por el Registro de Internet Regional (RIR)
 - Están también disponibles en los ISPs upstreams quienes son miembros de uno de los RIRs
- Las asignaciones actuales de ANS de 16 bits arriba de 64297 han sido hechas a los RIRs
 - Cerca de 43000 ASNs de 16 bits son visibles en el internet
 - Cerca de 200 se dejaron sin asignar
- Cada RIR ha recibido también un bloque de ASNs de 32 bits
 - Fuera de 10700 asignaciones, cerca de 82000 son visibles en la internet
- Ver www.iana.org/assignments/as-numbers

AS privado – Aplicación

- Un ISP con clientes multihoming sobre su propio troncal (RFC2270)
 - o-
- Una red corporativa con varias regiones pero las conexiones al Internet solo desde el núcleo
 - o-
- Con una confederación BGP



AS provado – eliminación

- Los ASNs DEBEN ser eliminados de todos los prefijos anunciados al Internet público
 - Incluye configuración para eliminar ASNs privados en la plantilla eBGP
- Al igual que el espacio de direcciones RFC1918, ASNs privados están destinados a uso interno
 - Ellos no deberían fugarse a la internet pública
- Cisco IOS

```
neighbor x.x.x.x remove-private-AS
```

Más definiciones

- **Transit**
 - Llevar tráfico a través de una red
 - Usualmente **por un cuota**
- **Peering**
 - Intercambio de información de ruteo y tráfico
 - Usualmente **sin costo**
 - Algunas veces llamado **establecimiento de peering gratuito**
- **Default**
 - Donde enviar el tráfico cuando no hay una coincidencia explícita en la tabla de ruteo

Configurando la política

- Supuestos:
 - Prefix-lists son usadas ampliamente
 - Más fácil/mejor/más rápido que access-lists
- Tres principios BÁSICOS
 - **prefix-lists** para filtrar **prefijos**
 - **filter-lists** para filtrar **ASNs**
 - **route-maps** para aplicar **políticas**
- Route-maps puede ser usado para filtrado, pero esto es una configuración más avanzada

Herramientas de política

- Preferencia local
 - Flujos de tráfico saliente
- Métrica (MED)
 - Flujos de tráfico entrante (ámbito local)
- AS-PATH prepend
 - Flujos de tráfico de entrada Inbound traffic flows (ámbito de Internet)
- Subdividir agregados
 - Flujos de tráfico entrante (ámbito local y de internet)
- Comunidades
 - Peering específico inter proveedores

Originando prefijos: supuestos

- DEBE anunciar bloque de direcciones asignadas a Internet
- PUEDE además anunciar subprefijos - accesibilidad no garantizada
- La asignación mínima actual es /24 en IPv4
 - Varios ISPs filtran bloques RIR en los límites de asignación mínima publicados
 - Varios ISPs filtran el resto del espacio de direcciones de acuerdo a las asignaciones de IANA
 - Ésta actividad es llamada "Policía de la red" por algunos

Originando prefijos

- Los RIRs publican sus tamaños mínimos de asignaciones por bloques de direcciones /8
 - AfriNIC: www.afrinic.net/library/policies/126-afpub-2005-v4-001
 - APNIC: www.apnic.net/db/min-alloc.html
 - ARIN: www.arin.net/reference/ip_blocks.html
 - LACNIC: lacnic.net/en/registro/index.html
 - RIPE NCC: www.ripe.net/ripe/docs/smallest-alloc-sizes.html
 - Tenga en cuenta que AfriNIC solamente publica su actual tamaño de asignación mínima, no el tamaño de asignación para los bloques de direcciones
- IANA publica el espacio de direcciones que ha sido asignado a los sitios finales y asignados a los RIRs:
 - www.iana.org/assignments/ipv4-address-space
- Varios ISPs usan esta información publicada para filtrar prefijos en:
 - Lo que debería enrutar (desde IANA)
 - El tamaño mínimo de asignación de los RIRs

“Policía de la red” asuntos con prefix list

- Destinado a "castigar" a los ISP que contaminan la tabla de enrutamiento con detalles en lugar de los agregados que anuncian
- Impactos legítimos de multihoming sobre toda la orilla de Internet
- Impactos en regiones donde el troncal doméstico no está disponible o los costos \$\$\$ son comparados con el ancho de banda internacional
- Duro de mantener - requiere actualización cuando los RIR empiezan asignación de nuevos bloques de direcciones
- No use a menos que conozca las consecuencias y esté preparado para mantener la lista actual
 - Considere el uso del Equipo Cymru u otro alimentador reputable de bogon BGP:
 - www.team-cymru.org/Services/Bogons/routeserver.html

¿Cómo hacer Multihome?



Algunas opciones...

Tránsitos

- El proveedor de tránsito es otro sistema autónomo que es usado para brindar a la red local acceso a otras redes
 - Puede ser local o solo regional
 - Pero más habitualmente a toda la Internet
- Proveedores de tránsito necesitan ser elegidos inteligentemente:
 - Solo uno
 - Sin redundancia
 - Demasiados
 - Se hace difícil el balanceo de carga
 - No es económico de escalar (más costos por Mbps)
 - Difícil de proveer calidad de servicio
- **Recomendación: al menos dos, no más de tres**

Errores comunes

- ISPs se inscriben a demasiados proveedores de tránsito
 - Un montón de circuitos pequeños (cuestan más por Mbps que los más grandes)
 - Tasas de tránsito por Mbps se reducen con el incremento de tránsito de ancho de banda comprado
 - Difícil de implementar ingeniería confiable de tráfico que no necesita ajuste fino diariamente dependiendo de las actividades de los clientes
- Sin diversidad
 - Todos los proveedores de tránsito elegidos llegan sobre el mismo satélite o cable submarino
 - Los proveedores de tránsito elegidos tienen mal peering y mal tránsito de subida

Peers

- Un peer es otro sistema autónomo con el cual la red local está de acuerdo en intercambiar rutas de origen local y tráfico
- Peer privado
 - Un enlace privado entre dos proveedores con el propósito de interconectar
- Peer público
 - Punto de Intercambio de Internet (IXP), dónde los proveedores se encuentran y deciden libremente a quien conectan con quien
- **¡Recomendación: peer tanto como sea posible!**

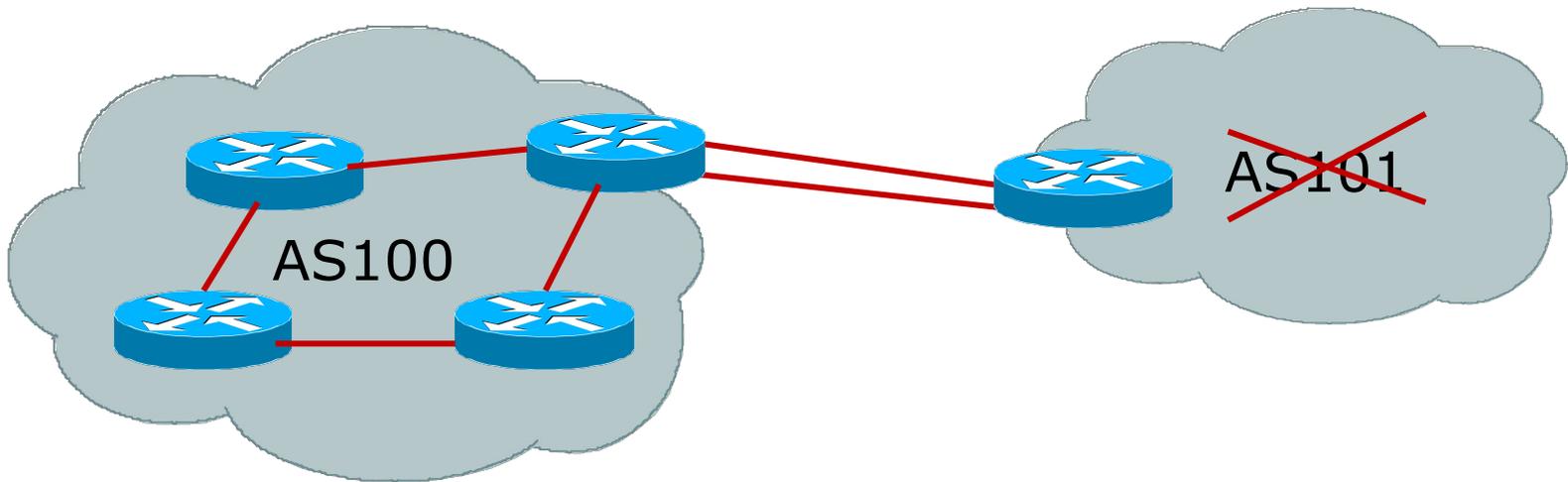
Errores comunes

- Confundir “Intercambio” de proveedores de tránsito de negocios por un punto de intercambio sin costo
- No trabajar duro para obtener la mayor cantidad de peering
 - Físicamente cerca de un punto de interconexión (IXP), pero no se está presente en el
 - (Tránsito es a veces más barato que peering)
- Ignorando/evitando competidores porque son la competencia
 - Aunque son socios de peering potencialmente valiosos para dar a los clientes una mejor experiencia

Escenarios de multihoming

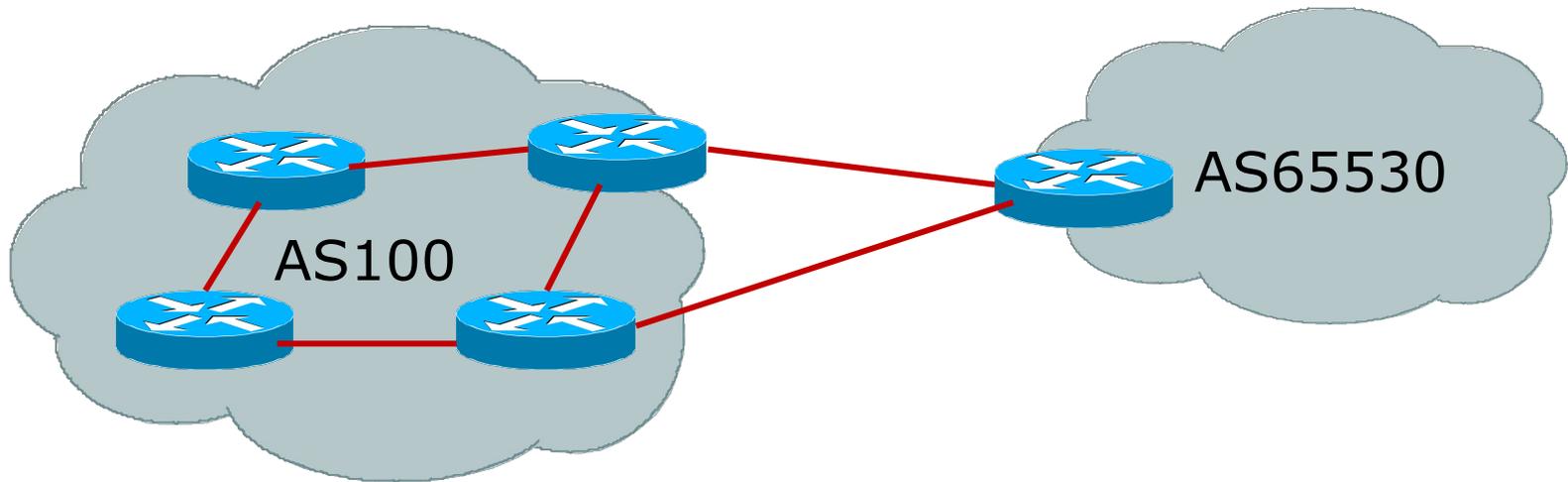
- Red talón (de conexión única)
- Red talón Multi-homed
- Red Multi-homed
- Múltiples sesiones a otro AS

Red talón



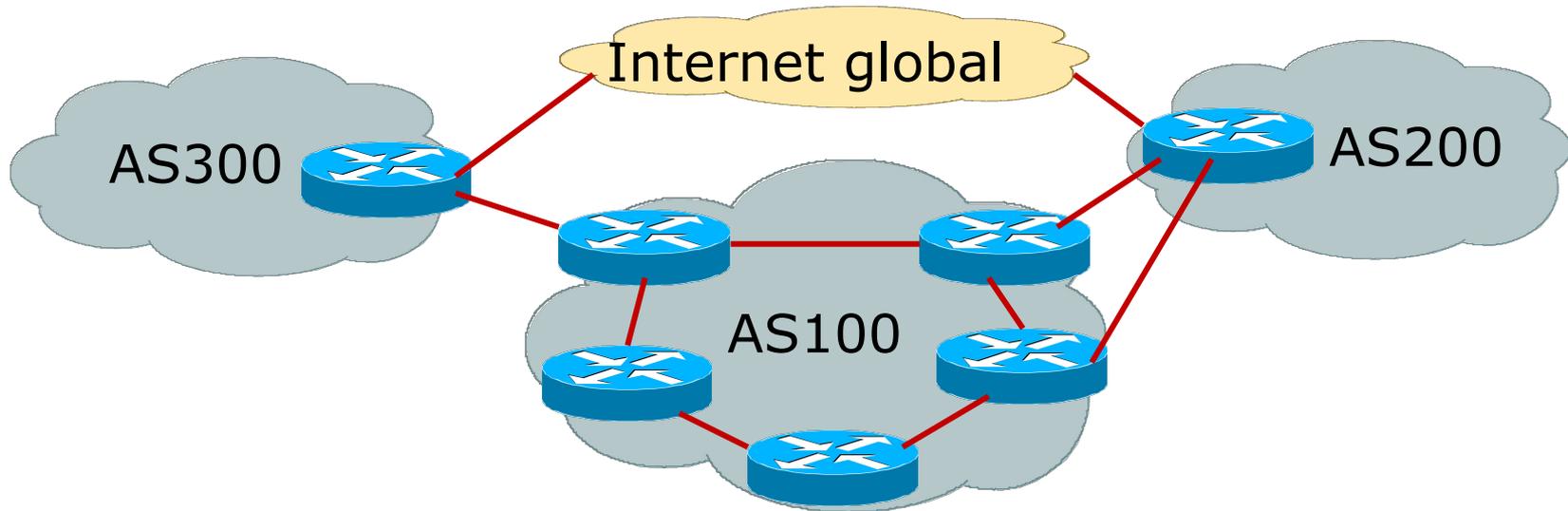
- No necesario para BGP
- Punto estático por defecto hacia el upstream ISP
- Upstream ISP anuncia red talón (de conexión única)
- Política confinada dentro de la política del ISP

Red talón Multi-homed



- Usa BGP (no IGP o estático) para compartir carga
- Usa AS privado (ASN > 64511)
- El upstream ISP anuncia la red talón
- Política confinada dentro de la política del upstream ISP

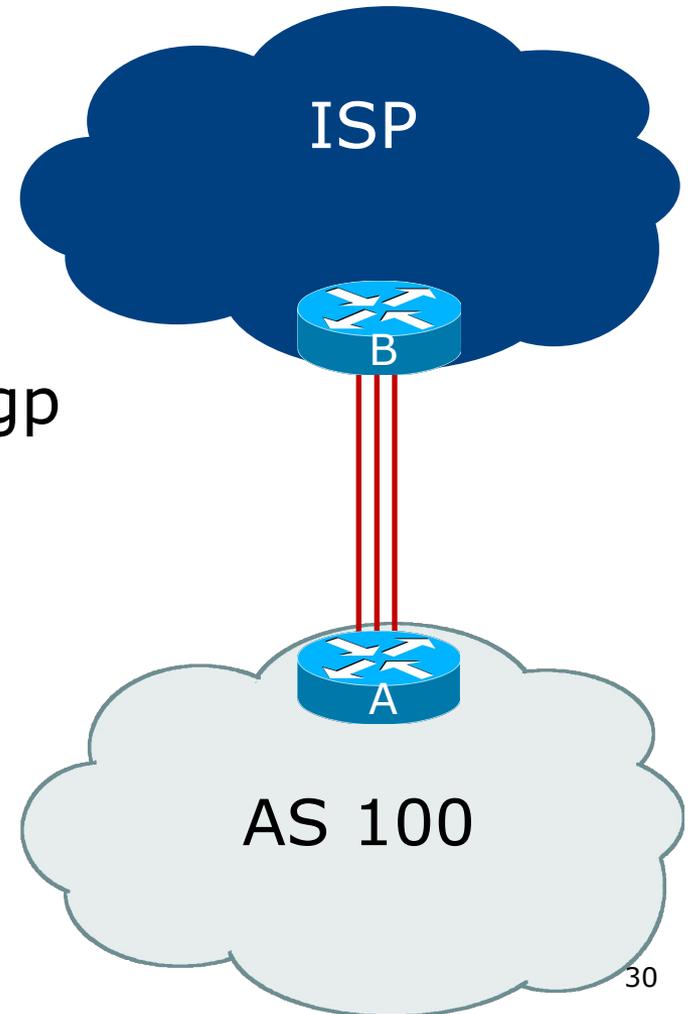
Red Multi-homed



- Muchas situaciones posibles
 - Múltiples sesiones hacia el mismos ISP
 - Secundario para respaldo solamente
 - Carga compartida entre primario y secundario
 - Uso selectivo de diferentes ISPs

Múltiples sesiones hacia un ISP

- Varias opciones
 - ebgp multihop
 - bgp multipath
 - cef carga compartida
 - manipulación de atributo bgp



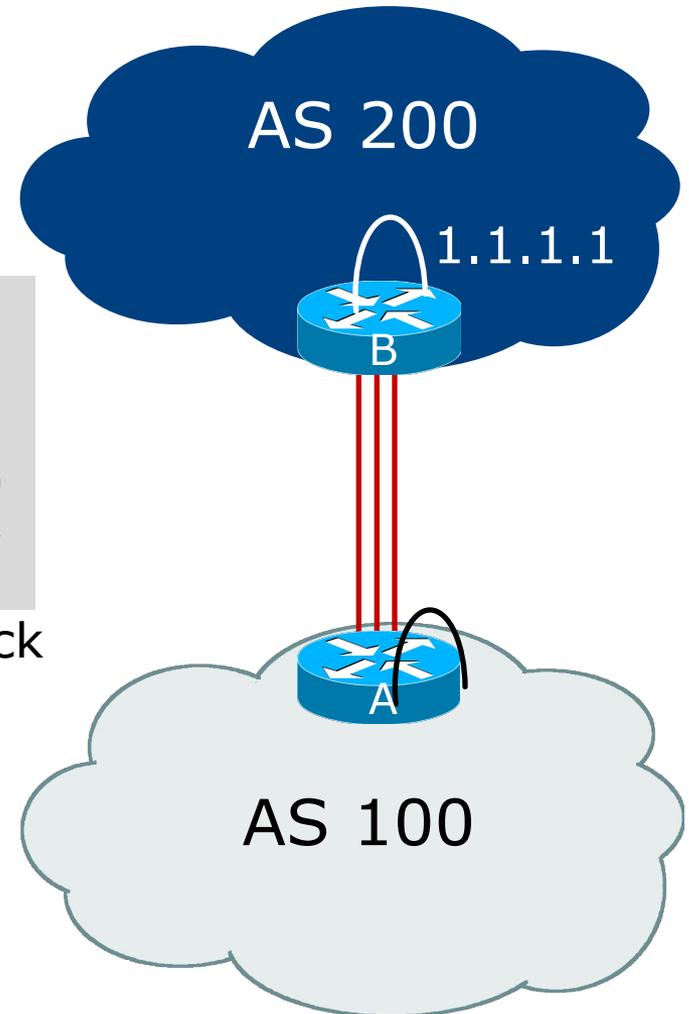
Múltiples sesiones hacia un AS - ebgp multihop

- Usa ebgp-multihop
 - Corre eBGP entre direcciones loopback
 - prefijos eBGP aprendidos con direcciones loopback como siguiente salto

- Cisco IOS

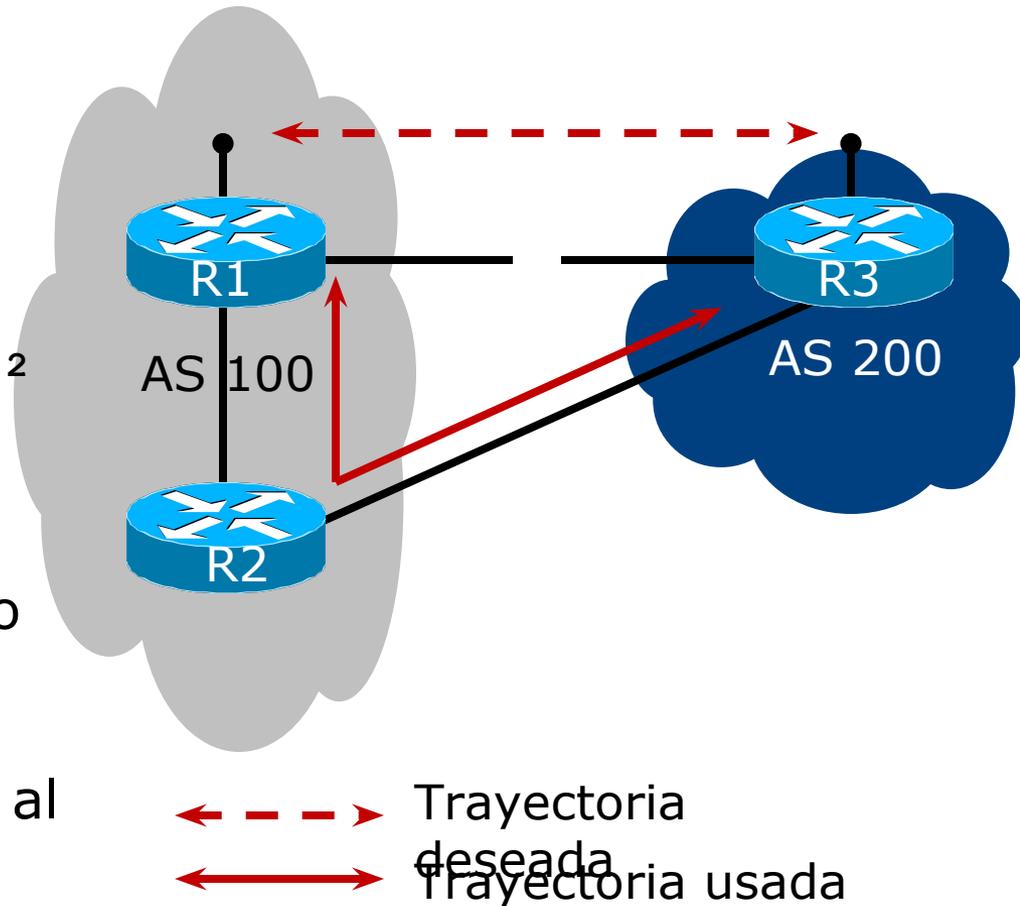
```
router bgp 100
  neighbor 1.1.1.1 remote-as 200
  neighbor 1.1.1.1 ebgp-multihop 2
!
ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/0
ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/1
ip route 1.1.1.1 255.255.255.255 serial 1/2
```

- Un error común es poner la ruta loopback remota en la dirección IP en vez del enlace específico



Múltiples sesiones hacia un AS - ebgp multihop

- Una advertencia seria de eBGP-multihop:
 - R1 y R3 son peers eBGP que son peering loopback
 - Configurado con:
`neighbor x.x.x.x ebgp-multihop 2`
 - Si el enlace de R1 a R3 se cae, la sesión podría establecerse vía R2
- Usualmente sucede cuando el enrutamiento remoto loopback es dinámico, en vez de estático apuntando al enlace



Múltiples sesiones hacia un AS - ebgp multihop

- Trate de evitar el uso de ebgp-multihop a menos que:
 - Sea absolutamente necesario -o-
 - Carga compartida a través de múltiples enlaces
- Muchos ISPs desaconsejan su uso, por ejemplo:

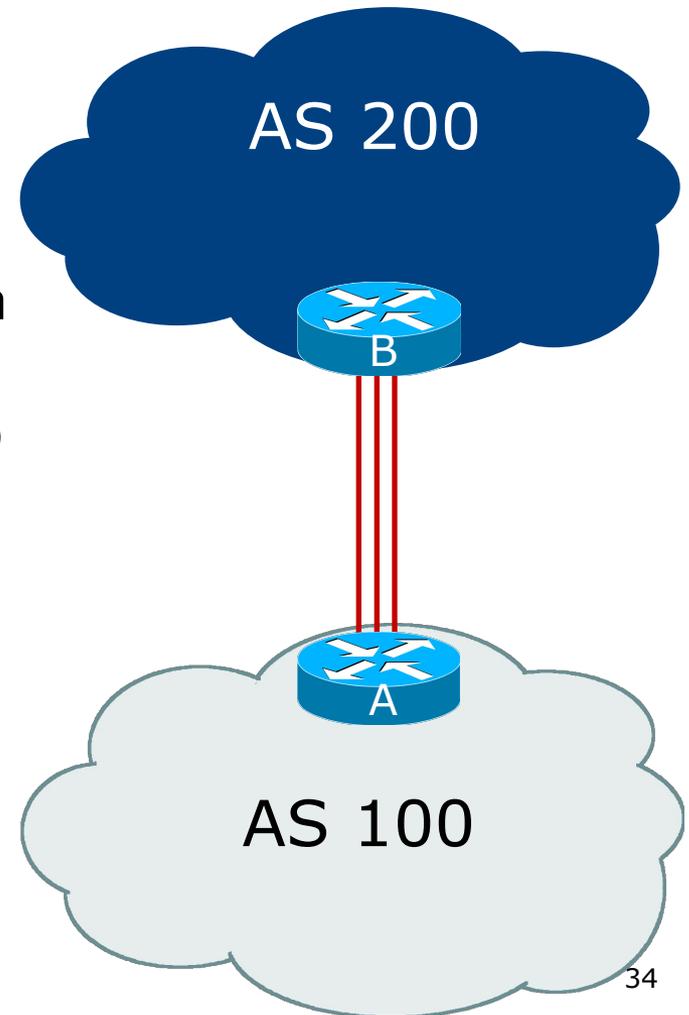
Correremos eBGP multihop, pero no lo apoyen como un ofrecimiento estándar porque los clientes generalmente tienen dificultades para su gestión debido a:

- loops de enrutamiento
- Fallas al darse cuenta que problemas de estabilidad de sesión BGP son por lo general los problemas de conectividad entre sus CPE y su hablante BGP

Múltiples sesiones a un AS - bgp multi path

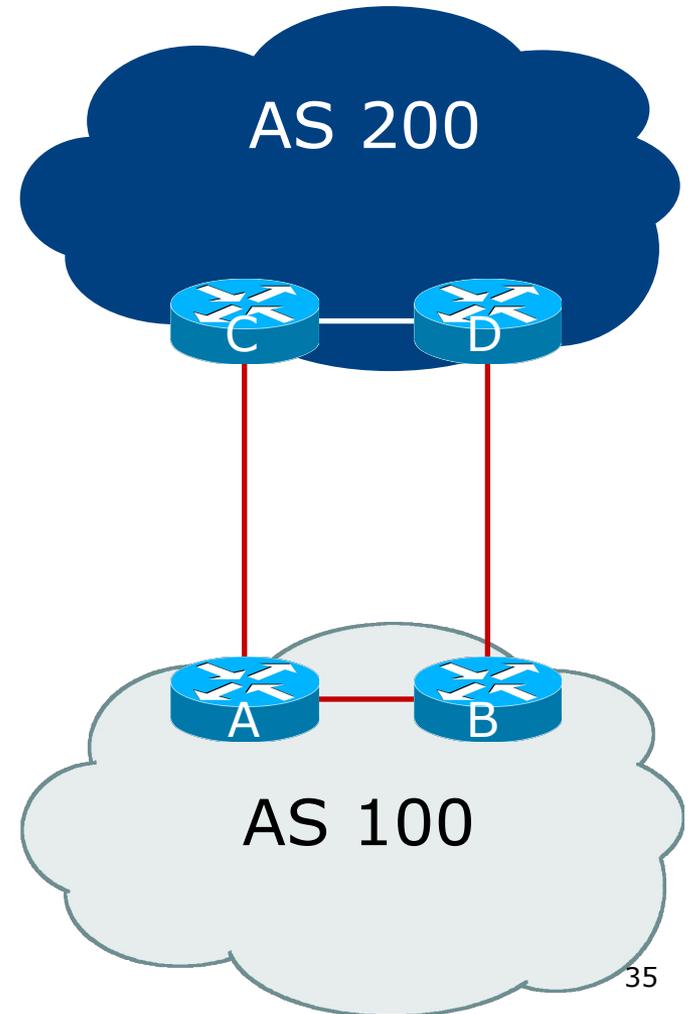
- Tres sesiones BGP requeridas
- Plataforma límite sobre el número de trayectorias (podría ser tan poco como 6)
- Alimentación completa de BGP haría esto pesado
 - 3 copias de la tabla de enrutamiento irán al FIB

```
router bgp 100
  neighbor 1.1.2.1 remote-as 200
  neighbor 1.1.2.5 remote-as 200
  neighbor 1.1.2.9 remote-as 200
  maximum-paths 3
```



Múltiples sesiones a un AS - bgp multi path

- Un esquema más simple es usar los defaults
- Aprender/publicar prefijos para mejor control
- Planificación y algo de trabajo requerido para lograr carga compartida
 - Apunte como default la conexión de subida de un ISP
 - Aprender prefijos selectos desde un segundo ISP
 - Modificar el número de prefijos aprendidos para lograr una carga compartida aceptable
- **No hay solución mágica**



Principios básicos de Multihoming



Vamos a aprender a caminar
antes de correr

Los principios básicos

- Al anunciar el espacio de direcciones se atrae el tráfico
 - (A menos que la poñítica de entrada del proveedor interfiera)
- Anunciando el agregado de salida ISP al enlace resultará en tráfico para ese agregado que viene en ese enlace
- Anunciando un subprefijo agregado a un enlace significa que todo el tráfico para el subprefijo vendrá en ese enlace, aunque el agregado es anunciado en otro lugar
 - ¡El anuncio más específico gana!

Los principios básicos

- Separar el tráfico entre dos enlaces:
 - anunciar el agregado en ambos enlaces - asegura redundancia
 - Anunciar la mitad del espacio de direcciones en cada enlace
 - (Esto es el primer paso, lo demás es igual)
- Resultados de entrada:
 - Tráfico para la mitad del espacio de direcciones viene en el primer enlace
 - Tráfico para la segunda mitad del espacio de direcciones viene en el segundo enlace
 - Si cualquier enlace falla, el hecho de que el agregado se anunció asegura que hay una ruta de respaldo

Los principios básicos

- Las claves del éxito de la configuración multihoming:
 - Mantener la ingeniería de tráfico de anuncios de prefijos independiente del cliente iBGP
 - Entendiendo como anunciar agregados
 - Entendiendo el propósito de anunciar subprefijos de agregados
 - Entendiendo como manipular atributos BGP
 - Demasiadas trayectorias upstreams/external hace el multihoming difícil (i2 o 3 es suficiente!)

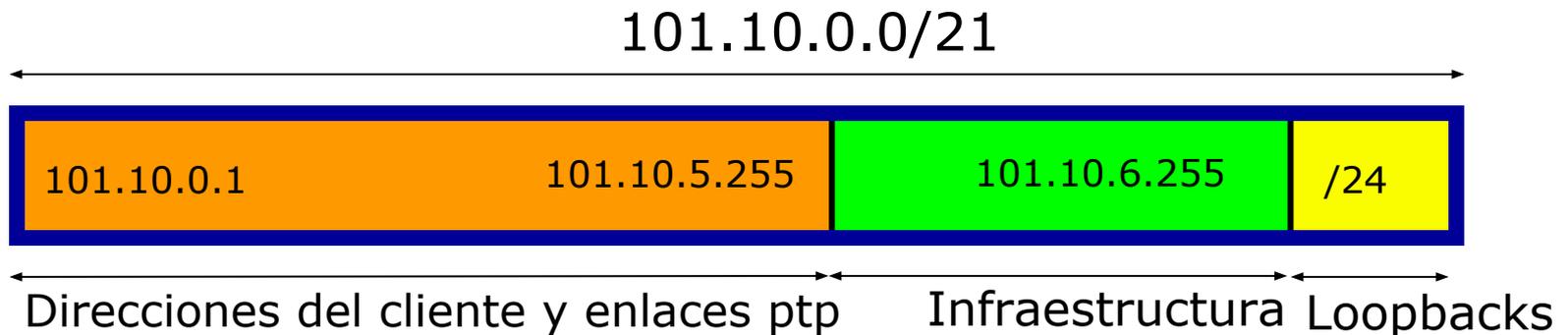
Direccionamiento IP y Multihoming



Como buenos planes de
direccionamiento IP ayudan con
Multihoming

Direccionamiento IP y Multihoming

- El plan de direccionamiento IP es una parte importante de Multihoming
- previamente se ha discutido de forma separada:
 - Espacio de direcciones del cliente
 - Espacio de direcciones enlace punto-a-punto
 - Infraestructura del enlace del espacio de direcciones punto-a-punto
 - Espacio de direcciones loopback

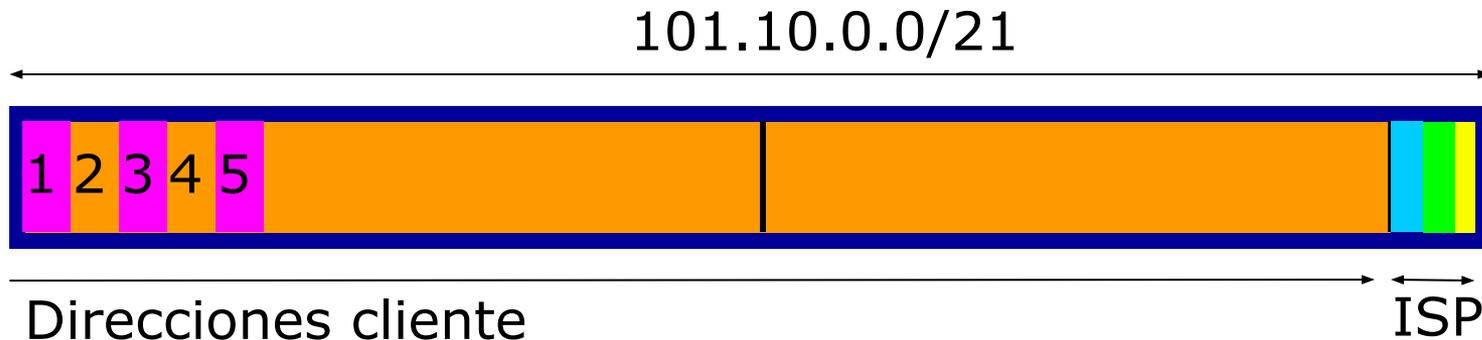


Direccionamiento IP y Multihoming

- Loopback del Router ISP y los enlaces del troncal punto a punto hacen una pequeña parte del total del espacio de direcciones
 - Y ellos no atraen tráfico, no gustan del espacio de direcciones del cliente
- Enlaces desde el borde de agregación al router ISP del cliente necesita una /30
 - Pequeños requerimientos comparados con el total del espacio de direcciones
 - Algunos ISPs utilizan IPs sin numerar
- Asignaciones de planificación de los clientes es una parte muy importante de Multihoming
 - La ingeniería de tráfico consiste en subdividir el agregado en pedazos hasta que el balanceo de carga funcione

Direccionamiento IP no planeado

- El ISP llena el direccionamiento del cliente desde uno hasta el final del rango:



- Los clientes generan tráfico
 - Dividiendo el rango en dos resultará en un /22 con todos los clientes, y un /22 con solo la infraestructura de direcciones ISP
 - No hay balanceo de tráfico ya que todo el tráfico viene en el primer /22
 - Significa una mayor subdivisión del primer /22 = trabajo más duro

Direccionamiento IP planeado

- Esto funciona bien para multihoming entre dos enlaces upstream (iguales o diferentes proveedores)
- También puede subdividir el espacio de direcciones para adaptarse a más de dos upstreams
 - Siga un esquema similar para poblar cada porción del espacio de direcciones
- No olvide anunciar siempre un agregado a cada enlace

Multihoming básico



Probemos algunos ejemplos
simples que funcionan

Multihoming básico

- Multihoming sin lujos
- Veremos dos casos:
 - Multihoming con el mismo ISP
 - Multihoming con diferentes ISPs
- Mantendremos los ejemplos sencillos
 - Entendiendo conceptos sencillos haremos escenarios más complejos simples de comprender
 - Todos asumiremos que el sitio multihoming es un bloque de direcciones /19

Multihoming básico

- Este tipo es un lugar común en el borde del Internet
 - Las redes aquí están usualmente interesadas en los flujos de tráfico entrante
 - Los flujos de tráfico saliente “salida más cercana” suele ser suficiente
- Puede aplicar a la rama ISP así como a redes empresariales

Dos enlaces al mismo ISP

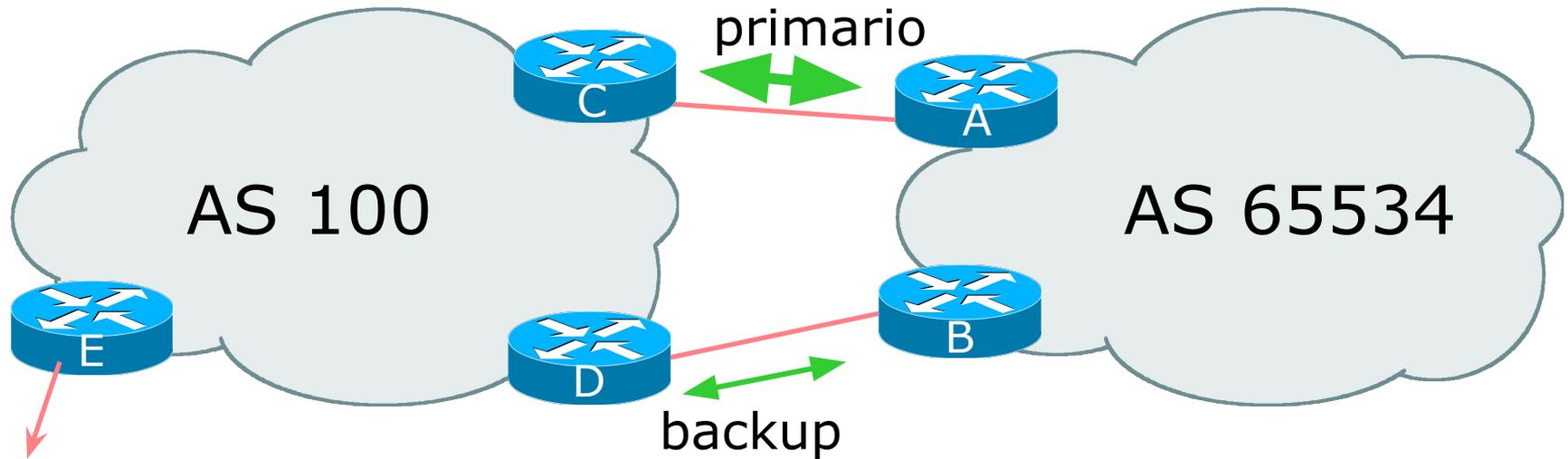


Un enlace primario, el otro
enlace es solo respaldo

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

- Aplica cuando el sitio final compró un gran enlace primario WAN para su conexión de subida y un enlace pequeño secundario WAN para respaldo
 - Por ejemplo, la trayectoria primaria puede ser un E1, el backup puede ser un enlace de 64Kbps

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)



- AS100 elimina AS privado y cualquier subprefijo del cliente desde el anuncio de Internet

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

- Anuncie /19 sobre cada enlace
 - Enlace primario:
 - Saliente – anuncio /19 sin alterar
 - Entrante – recibe ruta por defecto
 - Enlace de backup:
 - Saliente – anuncia /19 con métrica aumentada
 - Entrante – recibe default, y reduce la preferencia local
- Cuando un enlace falla, el anuncio del agregado /19 vía el otro enlace asegura la continuidad de la conectividad

Two links to the same ISP (one as backup only)

- Router A Configuration

```
router bgp 65534
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  neighbor 122.102.10.2 remote-as 100
  neighbor 122.102.10.2 description RouterC
  neighbor 122.102.10.2 prefix-list aggregate out
  neighbor 122.102.10.2 prefix-list default in
!
ip prefix-list aggregate permit 121.10.0.0/19
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
!
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
```

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

- Configuración Router B

```
router bgp 65534
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  neighbor 122.102.10.6 remote-as 100
  neighbor 122.102.10.6 description RouterD
  neighbor 122.102.10.6 prefix-list aggregate out
  neighbor 122.102.10.6 route-map med10-out out
  neighbor 122.102.10.6 prefix-list default in
  neighbor 122.102.10.6 route-map lp-low-in in
!
```

..siguiente diapositiva

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

```
ip prefix-list aggregate permit 121.10.0.0/19
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
!
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
!
route-map med10-out permit 10
  set metric 10
!
route-map lp-low-in permit 10
  set local-preference 90
!
```

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

- Configuración Router C (enlace principal)

```
router bgp 100
```

```
neighbor 122.102.10.1 remote-as 65534
```

```
neighbor 122.102.10.1 default-originate
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list Customer in
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list default out
```

```
!
```

```
ip prefix-list Customer permit 121.10.0.0/19
```

```
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

- Configuración Router D (enlace de backup)

```
router bgp 100
```

```
neighbor 122.102.10.5 remote-as 65534
```

```
neighbor 122.102.10.5 default-originate
```

```
neighbor 122.102.10.5 prefix-list Customer in
```

```
neighbor 122.102.10.5 prefix-list default out
```

```
!
```

```
ip prefix-list Customer permit 121.10.0.0/19
```

```
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

Dos enlaces al mismo ISP (uno solo como respaldo)

- Configuración Router E

```
router bgp 100
```

```
neighbor 122.102.10.17 remote-as 110
```

```
neighbor 122.102.10.17 remove-private-AS
```

```
neighbor 122.102.10.17 prefix-list Customer out
```

```
!
```

```
ip prefix-list Customer permit 121.10.0.0/19
```

- Router E elimina el AS privado y los subprefijos del cliente desde anuncios externos
- AS privado todavía es visible dentro de AS100

Dos enlaces al mismo ISP

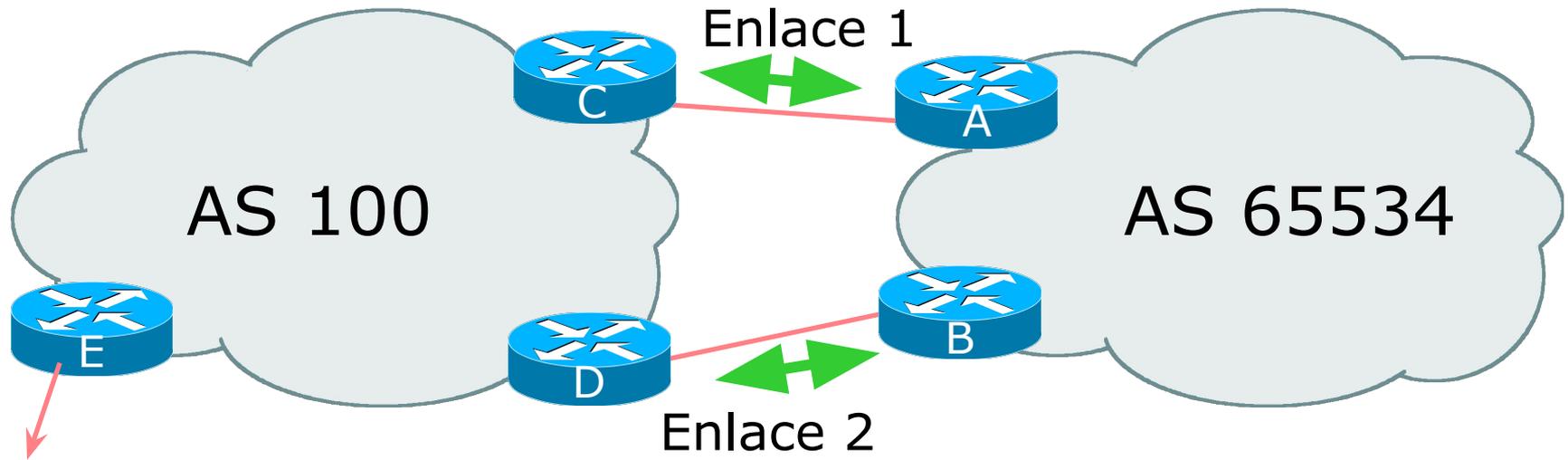


Con carga compartida

Carga compartida al mismo ISP

- El caso más común
- Los sitios finales tienen a no comprar circuitos y dejarlos inactivos, solamente para respaldo como en el ejemplo anterior
- Este ejemplo asume circuitos de igual capacidad
 - Capacidad desigual requiere más refinamiento
- ver después

Carga compartida al mismo ISP



- Router E de borde en AS100 elimina AS privado y cualquier subprefijo del cliente desde el anuncio de Internet

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- Anunciar el agregado /19 en cada enlace
- Dividir el /19 y anunciar como dos /20, uno en cada enlace
 - Carga compartida básica entrante
 - Asume circuito de igual capacidad e incluso despliega el tráfico a través del bloque de direcciones
- Variar la división hasta lograr una carga compartida “perfecta”
- Acepte el default del upstream
 - Carga compartida básica saliente por la salida más cercana
 - Bueno en primer lugar aproximadamente ya que la mayoría de ISPs y el tráfico del sitio final es de entrada

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- Configuración Router A

```
router bgp 65534
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  network 121.10.0.0 mask 255.255.240.0
  neighbor 122.102.10.2 remote-as 100
  neighbor 122.102.10.2 prefix-list as100-a out
  neighbor 122.102.10.2 prefix-list default in
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
ip prefix-list as100-a permit 121.10.0.0/20
ip prefix-list as100-a permit 121.10.0.0/19
!
ip route 121.10.0.0 255.255.240.0 null0
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
```

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- Configuración Router B

```
router bgp 65534
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  network 121.10.16.0 mask 255.255.240.0
  neighbor 122.102.10.6 remote-as 100
  neighbor 122.102.10.6 prefix-list as100-b out
  neighbor 122.102.10.6 prefix-list default in
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
ip prefix-list as100-b permit 121.10.16.0/20
ip prefix-list as100-b permit 121.10.0.0/19
!
ip route 121.10.16.0 255.255.240.0 null0
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
```

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- Configuración Router C

```
router bgp 100
```

```
neighbor 122.102.10.1 remote-as 65534
```

```
neighbor 122.102.10.1 default-originate
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list Customer in
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list default out
```

```
!
```

```
ip prefix-list Customer permit 121.10.0.0/19 le 20
```

```
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

- Router C solo permite prefijos de entrada /19 y /20 desde el bloque del cliente
- La configuración del router D es idéntica

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- Configuración Router E

```
router bgp 100
```

```
neighbor 122.102.10.17 remote-as 110
```

```
neighbor 122.102.10.17 remove-private-AS
```

```
neighbor 122.102.10.17 prefix-list Customer out
```

```
!
```

```
ip prefix-list Customer permit 121.10.0.0/19
```

- AS privado todavía es visible dentro del AS100

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- ¿Ruta por defecto para el tráfico saliente?
 - Origina ruta por defecto en el IGP sobre los routers de borde
 - Confíe en las métricas IGP de salida más cercana
 - IGP origina ruta por defecto, siempre y cuando BGP poga ruta por defecto en RIB

- ej: sobre Router A usando OSPF:

```
router ospf 65534
  default-information originate
```

- ej: sobre Router A usando ISIS:

```
router isis as65534
  default-information originate
```

Carga compartida al mismo ISP (con redundancia)

- Configuración de carga compartida es solo sobre el enrutador del cliente
- El Upstream ISP tiene que
 - Eliminar subprefijos del cliente desde los anuncios externos
 - Eliminar AS privado desde los anuncios externos
- También podría usar comunidades BGP
 - Ver presentación "Comunidad BGP"

Dos enlaces al mismo ISP

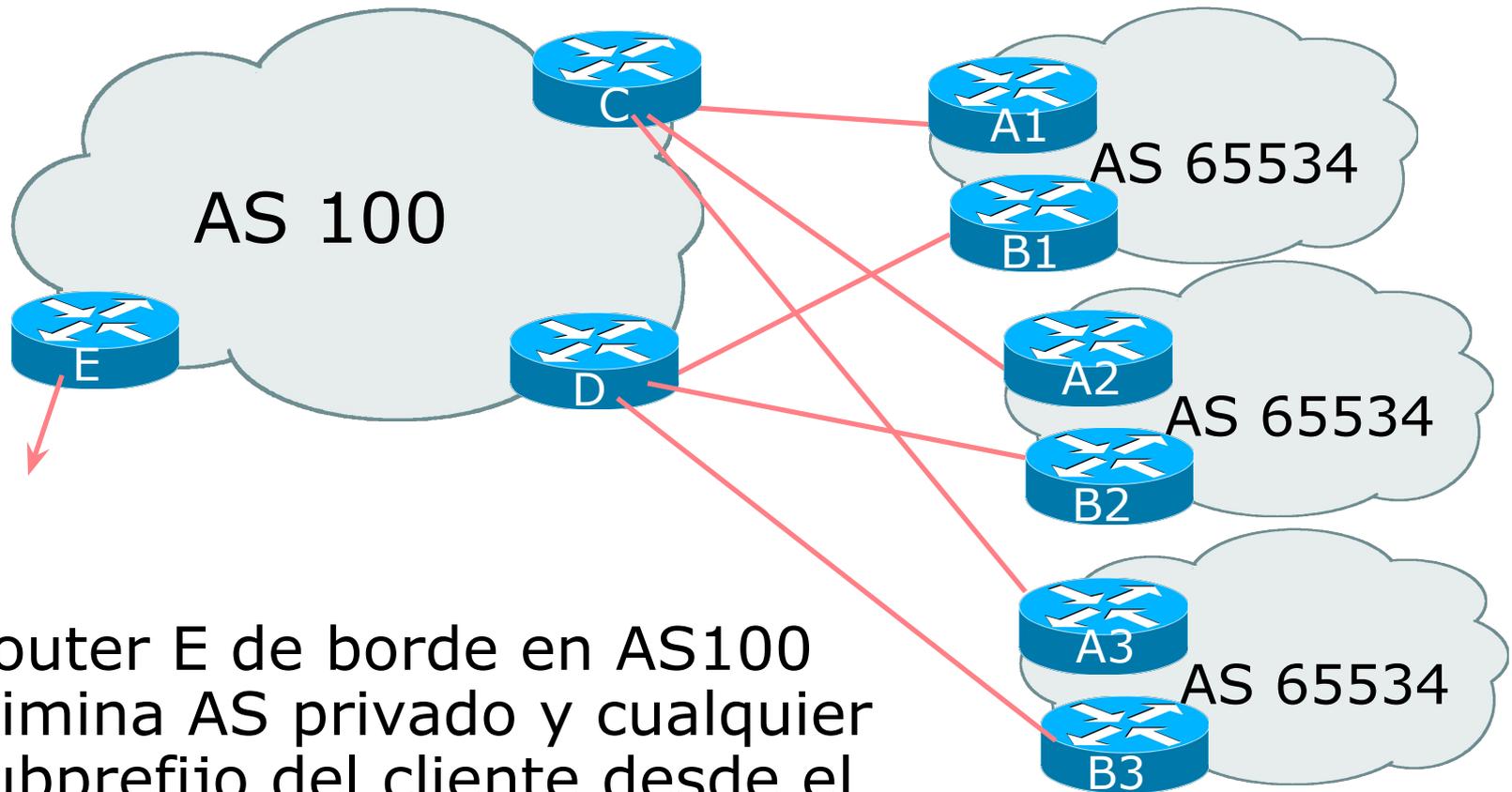


Cientes Múltiple Dualhomed
(RFC2270)

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Inusual para un ISP que solo tiene un cliente dualhomed
 - Servicio ofrecido Válido/valioso para un ISP con múltiples PoPs
 - ¡Mejor para un ISP que tiene clientes multihome con otro proveedor!
- Mire el escalamiento de la configuración
 - ⇒ Simplificar la configuración
 - Usando plantillas, peer-groups, etc
 - Cada cliente tiene la misma configuración (básicamente)

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)



- Router E de borde en AS100 elimina AS privado y cualquier subprefijo del cliente desde el anuncio a Internet

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Anuncios del cliente como en el ejemplo anterior
- Usa el mismo AS privado por cada cliente
 - Documentado en RFC2270
 - Espacio de direcciones no se traslapa
 - Cada cliente escucha solamente
- Configuración de Router A_n y B_n es la misma que el Router A y B previamente

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Configuración Router A1

```
router bgp 65534
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  network 121.10.0.0 mask 255.255.240.0
  neighbor 122.102.10.2 remote-as 100
  neighbor 122.102.10.2 prefix-list as100-a out
  neighbor 122.102.10.2 prefix-list default in
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
ip prefix-list as100-a permit 121.10.0.0/20
ip prefix-list as100-a permit 121.10.0.0/19
!
ip route 121.10.0.0 255.255.240.0 null0
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
```

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Configuración Router B1

```
router bgp 65534
```

```
network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
```

```
network 121.10.16.0 mask 255.255.240.0
```

```
neighbor 122.102.10.6 remote-as 100
```

```
neighbor 122.102.10.6 prefix-list as100-b out
```

```
neighbor 122.102.10.6 prefix-list default in
```

```
!
```

```
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

```
ip prefix-list as100-b permit 121.10.16.0/20
```

```
ip prefix-list as100-b permit 121.10.0.0/19
```

```
!
```

```
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
```

```
ip route 121.10.16.0 255.255.240.0 null0
```

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Configuración Router C

```
router bgp 100
```

```
neighbor bgp-customers peer-group
```

```
neighbor bgp-customers remote-as 65534
```

```
neighbor bgp-customers default-originate
```

```
neighbor bgp-customers prefix-list default out
```

```
neighbor 122.102.10.1 peer-group bgp-customers
```

```
neighbor 122.102.10.1 description Customer One
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list Customer1 in
```

```
neighbor 122.102.10.9 peer-group bgp-customers
```

```
neighbor 122.102.10.9 description Customer Two
```

```
neighbor 122.102.10.9 prefix-list Customer2 in
```

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

```
neighbor 122.102.10.17 peer-group bgp-customers
neighbor 122.102.10.17 description Customer Three
neighbor 122.102.10.17 prefix-list Customer3 in
!
ip prefix-list Customer1 permit 121.10.0.0/19 le 20
ip prefix-list Customer2 permit 121.16.64.0/19 le 20
ip prefix-list Customer3 permit 121.14.192.0/19 le 20
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

- Router C solo permite prefijos de entrada /19 y /20 desde el bloque del cliente

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Configuración Router D

```
router bgp 100
```

```
neighbor bgp-customers peer-group
```

```
neighbor bgp-customers remote-as 65534
```

```
neighbor bgp-customers default-originate
```

```
neighbor bgp-customers prefix-list default out
```

```
neighbor 122.102.10.5 peer-group bgp-customers
```

```
neighbor 122.102.10.5 description Customer One
```

```
neighbor 122.102.10.5 prefix-list Customer1 in
```

```
neighbor 122.102.10.13 peer-group bgp-customers
```

```
neighbor 122.102.10.13 description Customer Two
```

```
neighbor 122.102.10.13 prefix-list Customer2 in
```

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

```
neighbor 122.102.10.21 peer-group bgp-customers
neighbor 122.102.10.21 description Customer Three
neighbor 122.102.10.21 prefix-list Customer3 in
!
ip prefix-list Customer1 permit 121.10.0.0/19 le 20
ip prefix-list Customer2 permit 121.16.64.0/19 le 20
ip prefix-list Customer3 permit 121.14.192.0/19 le 20
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

- Router D solo permite prefijos de entrada /19 y /20 desde el bloque del cliente

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Configuración Router E
 - Asume que el espacio de direcciones del cliente no es parte del bloque de direcciones de la conexión de subida (upstream)

```
router bgp 100
  neighbor 122.102.10.17 remote-as 110
  neighbor 122.102.10.17 remove-private-AS
  neighbor 122.102.10.17 prefix-list Customers out
!
ip prefix-list Customers permit 121.10.0.0/19
ip prefix-list Customers permit 121.16.64.0/19
ip prefix-list Customers permit 121.14.192.0/19
```

- AS privado todavía es visible dentro de AS100

Cientes Múltiple Dualhomed (RFC2270)

- Si los prefijos del cliente vienen desde el bloque de direcciones del ISP
 - **No** los anuncie al Internet
 - Anuncie al ISP agregados solamente
- Configuración Router E:

```
router bgp 100
  neighbor 122.102.10.17 remote-as 110
  neighbor 122.102.10.17 prefix-list aggregate out
!
ip prefix-list aggregate permit 121.8.0.0/13
```

Resumen Multihoming

- Use AS privado para multihoming para el mismo upstream
- filtre subprefijos al upstream solo para ayudar con la carga compartida
- La configuración del upstream router E es idéntica a través de todas las situaciones

Multihoming Básico



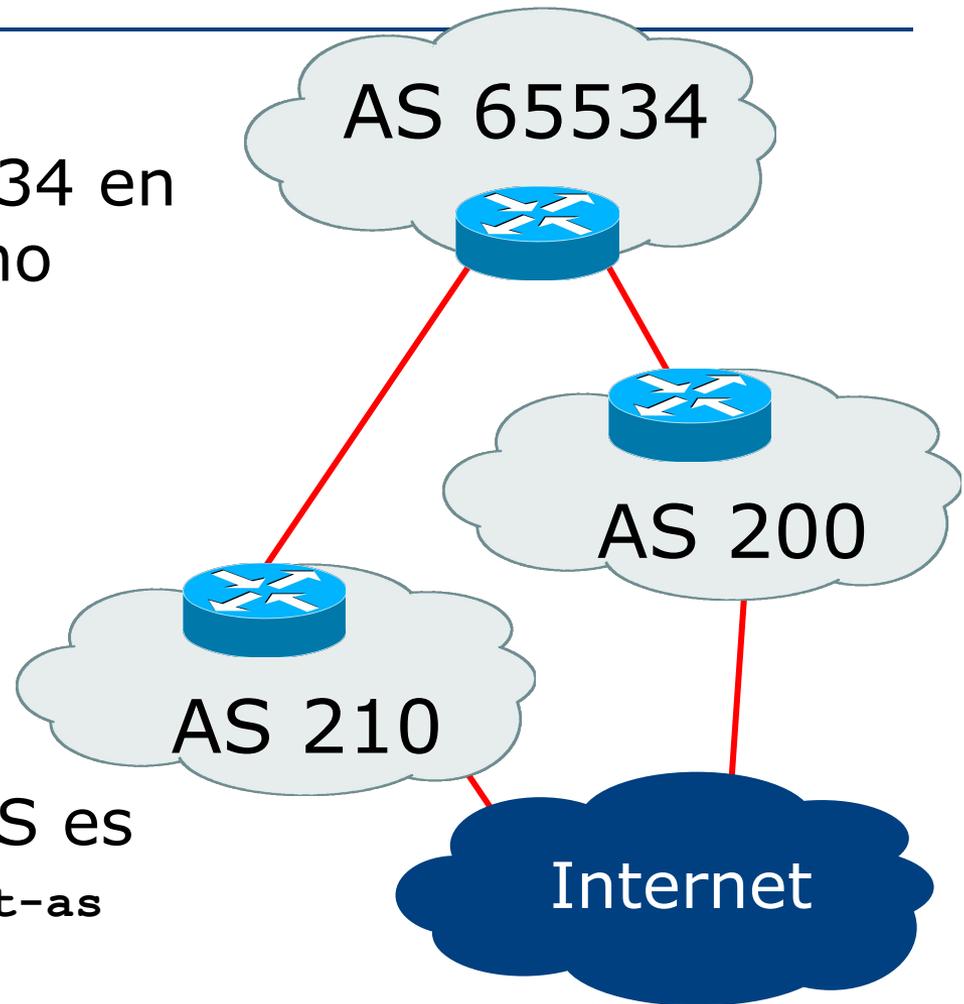
Multihoming a diferentes ISPs

Dos enlaces a diferentes ISPs

- Use AS público
 - O use AS privado si lo acuerda con el otro ISP
 - Pero a alguna gente no le gustan los "AS inconsistentes" lo que resulta del uso de un AS privado
- El espacio de direcciones viene desde
 - Ambos upstreams o
 - Registro de Internet Regional
 - Nota: Muy difícil de hacer multihome con espacio de direcciones de ambos upstreams debido a la política de operación típica reforzada hoy en día
- Conceptos de configuración muy similares a los usados para dos enlaces al mismo AS

¿AS inconsistente?

- Viendo los prefijos originados por AS65534 en internet aparecer como originados por ambos AS210 y AS200
 - Esto NO es malo
 - Tampoco es ilegal
- Comando en Cisco IOS es
`show ip bgp inconsistent-as`

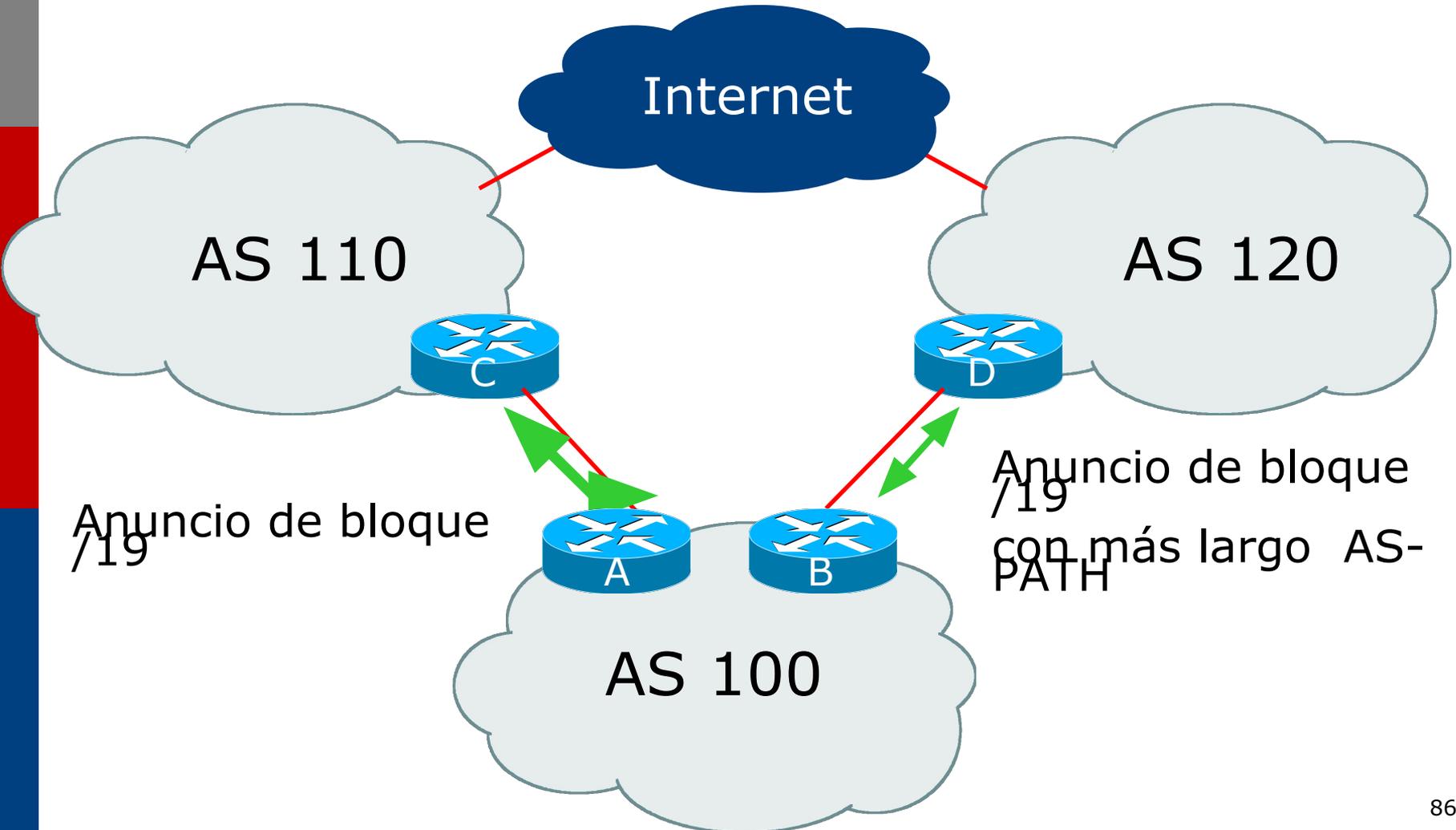


Dos enlaces a diferentes ISPs



Un enlace primario, el otro para
backup solamente

Dos enlaces a diferentes ISPs (uno para backup solamente)



Dos enlaces a diferentes ISPs (uno para backup solamente)

- Anunciar agregado /19 por cada enlace
 - Enlace primario hace el anuncio estándar
 - Enlace de backup alarga el AS PATH usando la atenuación de AS PATH
- Cuando un enlace falla, el anuncio del agregado /19 vía el otro enlace asegura la continuidad de la conectividad

Dos enlaces a diferentes ISPs (uno para backup solamente)

- Configuración Router A

```
router bgp 130
```

```
network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
```

```
neighbor 122.102.10.1 remote-as 100
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list aggregate out
```

```
neighbor 122.102.10.1 prefix-list default in
```

```
!
```

```
ip prefix-list aggregate permit 121.10.0.0/19
```

```
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

```
!
```

```
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
```

Dos enlaces a diferentes ISPs (uno para backup solamente)

- Configuración Router B

```
router bgp 100
```

```
network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
```

```
neighbor 120.1.5.1 remote-as 120
```

```
neighbor 120.1.5.1 prefix-list aggregate out
```

```
neighbor 120.1.5.1 route-map as120-prepend out
```

```
neighbor 120.1.5.1 prefix-list default in
```

```
neighbor 120.1.5.1 route-map lp-low in
```

```
!
```

```
...siguiente diapositiva...
```

Dos enlaces a diferentes ISPs (uno para backup solamente)

```
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
!  
ip prefix-list aggregate permit 121.10.0.0/19  
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0  
!  
route-map as120-prepend permit 10  
  set as-path prepend 100 100 100  
!  
route-map lp-low permit 10  
  set local-preference 80  
!
```

Dos enlaces a diferentes ISPs (uno para backup solamente)

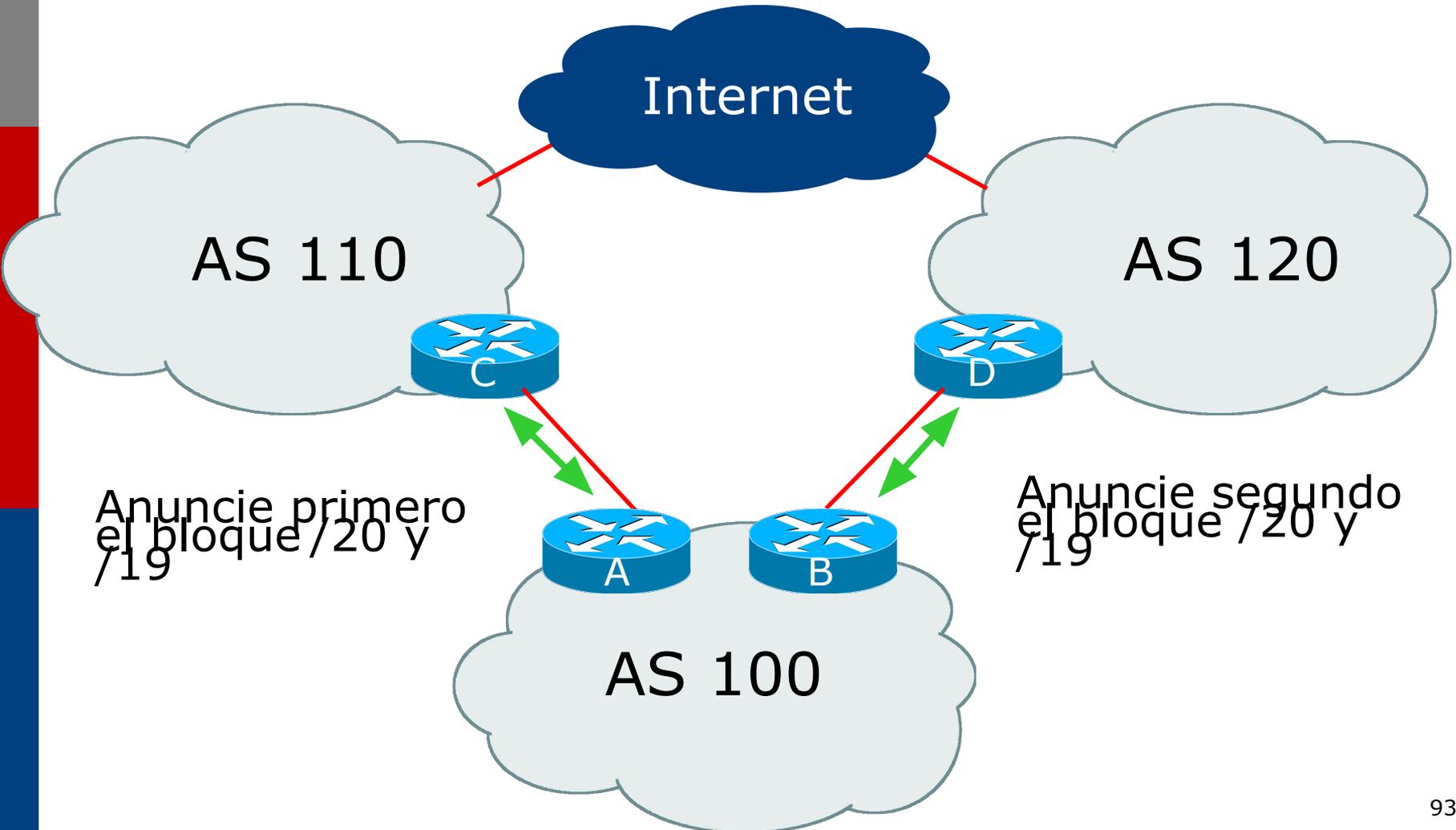
- No es una situación común ya que la mayoría de los sitios tienden a usar cualquier capacidad que tengan
 - (Útil cuando dos competidores se ponen de acuerdo para proveer un backup mutuo)
- Pero muestra los conceptos básicos de uso local-prefs y anteposición de AS-path para la ingeniería de tráfico en la dirección elegida

Dos enlaces a diferentes ISPs



Con carga compartida

Dos enlaces a diferentes ISPs (con carga compartida)



Dos enlaces a diferentes ISPs (con carga compartida)

- Anuncie el agregado /19 en cada enlace
- Divida en /19 y anuncie como dos /20, uno en cada enlace
 - Carga compartida básico entrante
- Cuando un enlace falla, el anuncio del agregado /19 vía el otro ISP asegura continuidad de la conectividad

Dos enlaces a diferentes ISPs (con carga compartida)

- Configuración Router A

```
router bgp 100
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  network 121.10.0.0 mask 255.255.240.0
  neighbor 122.102.10.1 remote-as 110
  neighbor 122.102.10.1 prefix-list as110-out out
  neighbor 122.102.10.1 prefix-list default in
!
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
ip route 121.10.0.0 255.255.240.0 null0
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
ip prefix-list as110-out permit 121.10.0.0/20
ip prefix-list as110-out permit 121.10.0.0/19
```

Dos enlaces a diferentes ISPs (con carga compartida)

- Configuración Router B

```
router bgp 100
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  network 121.10.16.0 mask 255.255.240.0
  neighbor 120.1.5.1 remote-as 120
  neighbor 120.1.5.1 prefix-list as120-out out
  neighbor 120.1.5.1 prefix-list default in
!
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
ip route 121.10.16.0 255.255.240.0 null0
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
ip prefix-list as120-out permit 121.10.0.0/19
ip prefix-list as120-out permit 121.10.16.0/20
```

Dos enlaces a diferentes ISPs (con carga compartida)

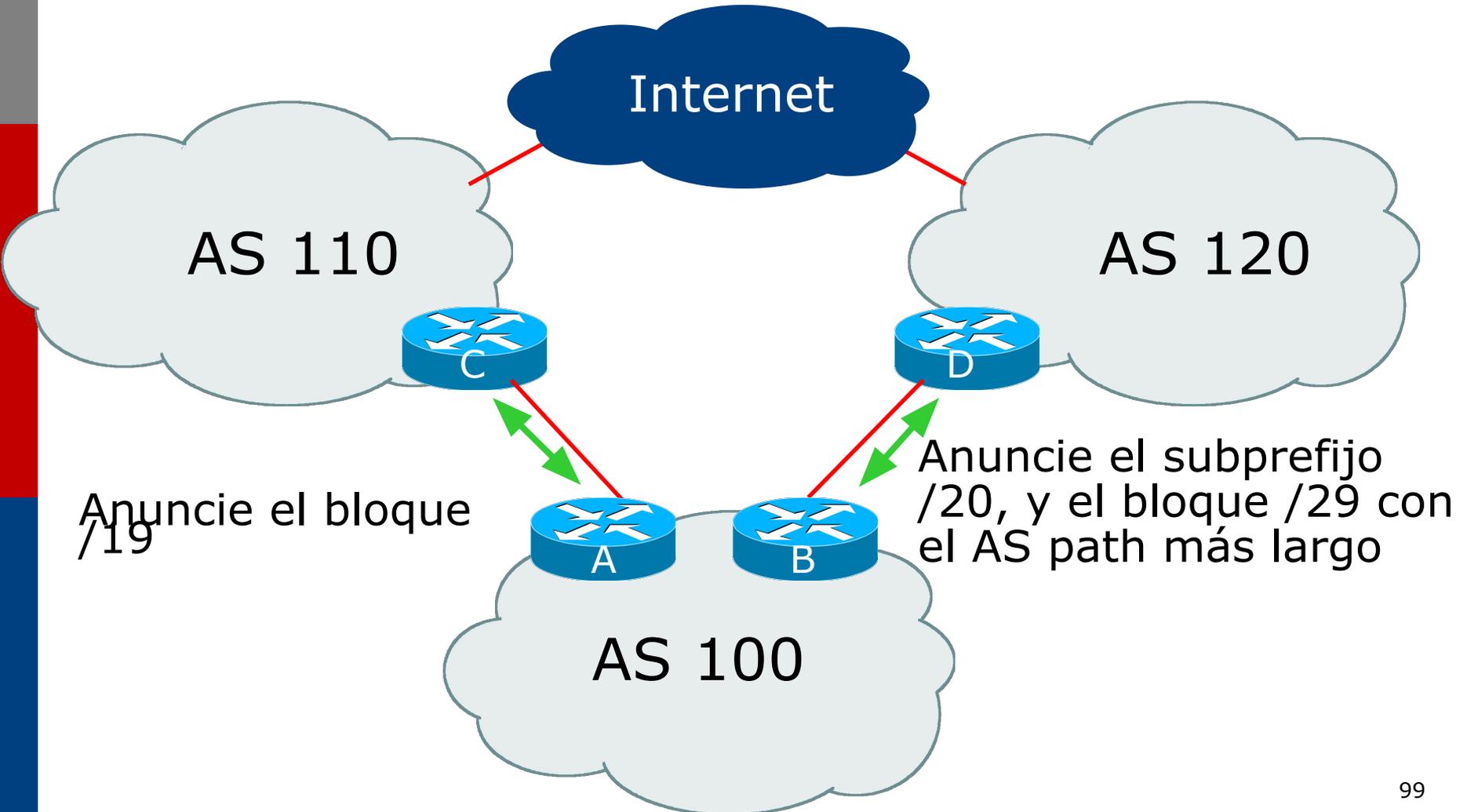
- Carga compartida en este caso es muy básica
- Pero muestra los primeros pasos en el diseño de una solución de carga compartida
 - Iniciar con un concepto simple
 - ¡Y construya sobre eso!

Dos enlaces a diferentes ISPs



Carga compartida más
controlada

Carga compartida con diferentes ISPs



Carga compartida con diferentes ISPs

- Anuncie el agregado /19 en cada enlace
 - En el primer enlace, anuncie /19 como normal
 - En el enlace secundario, anuncie /19 con el AS PATH más largo, y anuncie un subprefijo /20
 - Control sobre la carga compartida entre el upstream e internet
- Variar el tamaño del subprefijo hasta que se logre una carga compartida “perfecta”
- ¡Todavía requiere redundancia!

Carga compartida con diferentes ISPs

- Configuración Router A

```
router bgp 100
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  neighbor 122.102.10.1 remote-as 110
  neighbor 122.102.10.1 prefix-list default in
  neighbor 122.102.10.1 prefix-list as110-out out
!
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
!
ip prefix-list as110-out permit 121.10.0.0/19
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
```

Carga compartida con diferentes ISPs

- Configuración Router B

```
router bgp 100
  network 121.10.0.0 mask 255.255.224.0
  network 121.10.16.0 mask 255.255.240.0
  neighbor 120.1.5.1 remote-as 120
  neighbor 120.1.5.1 prefix-list default in
  neighbor 120.1.5.1 prefix-list as120-out out
  neighbor 120.1.5.1 route-map agg-prepend out
!
ip route 121.10.0.0 255.255.224.0 null0
ip route 121.10.16.0 255.255.240.0 null0
!
...siguiente diapositiva...
```

Carga compartida con diferentes ISPs

```
route-map agg-prepend permit 10
  match ip address prefix-list aggregate
  set as-path prepend 100 100
!
route-map agg-prepend permit 20
!
ip prefix-list default permit 0.0.0.0/0
!
ip prefix-list as120-out permit 121.10.0.0/19
ip prefix-list as120-out permit 121.10.16.0/20
!
ip prefix-list aggregate permit 121.10.0.0/19
!
```

Carga compartida con diferentes ISPs

- Este ejemplo es más común
- Muestra como los ISPs y los sitios finales subdividen espacio de direcciones frugalmente, así como utilizar el concepto prepend AS-PATH para optimizar el reparto de la carga entre los diferentes proveedores de Internet
- Dese cuenta que el bloque agregado /19 es SIEMPRE anunciado

Resumen



Resumen

- Los ejemplos previos tratan con casos sencillos
- Balanceo de carga del flujo de tráfico entrante
 - Logrado por modificación de los anuncios de ruteo saliente
 - el agregado es siempre anunciado
- No hemos mirado el flujo de tráfico saliente
 - Por ahora se deja como “salida más cercada”

Multihoming simple



Talleres ISP