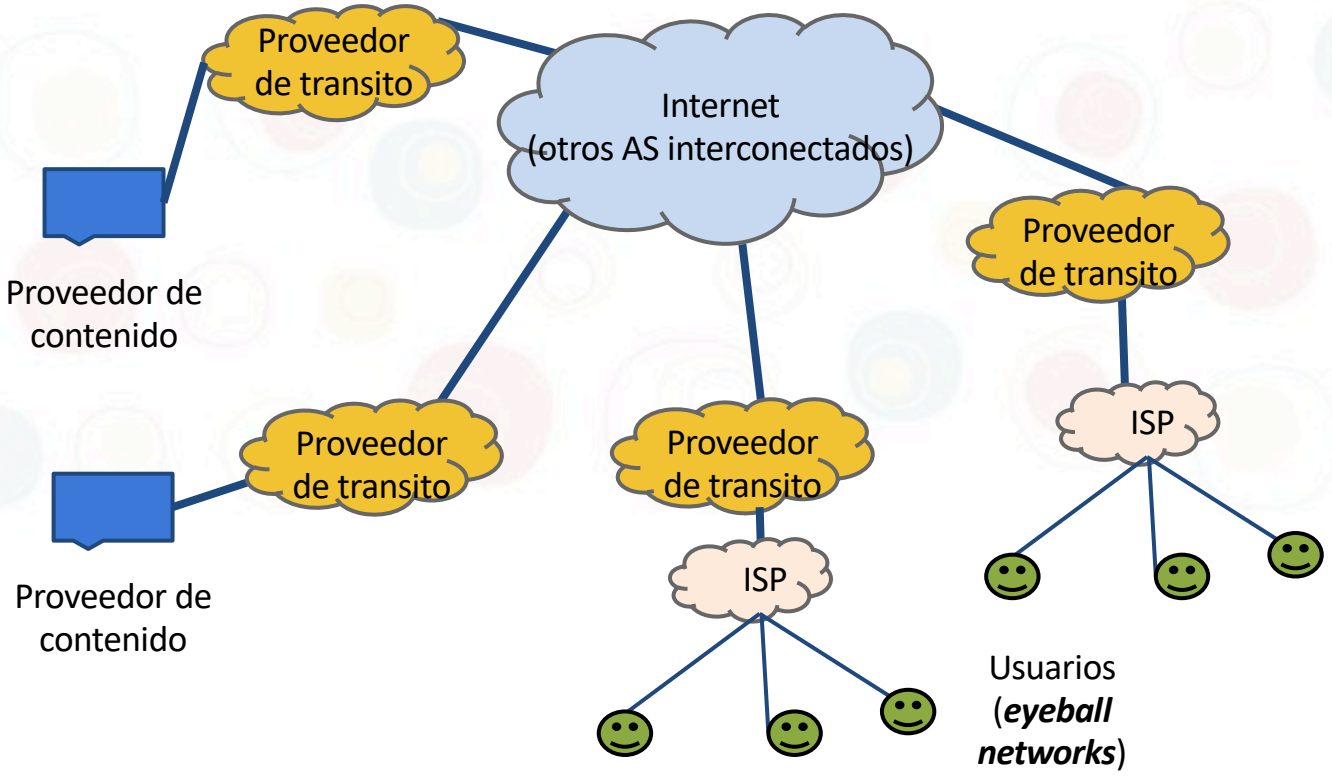
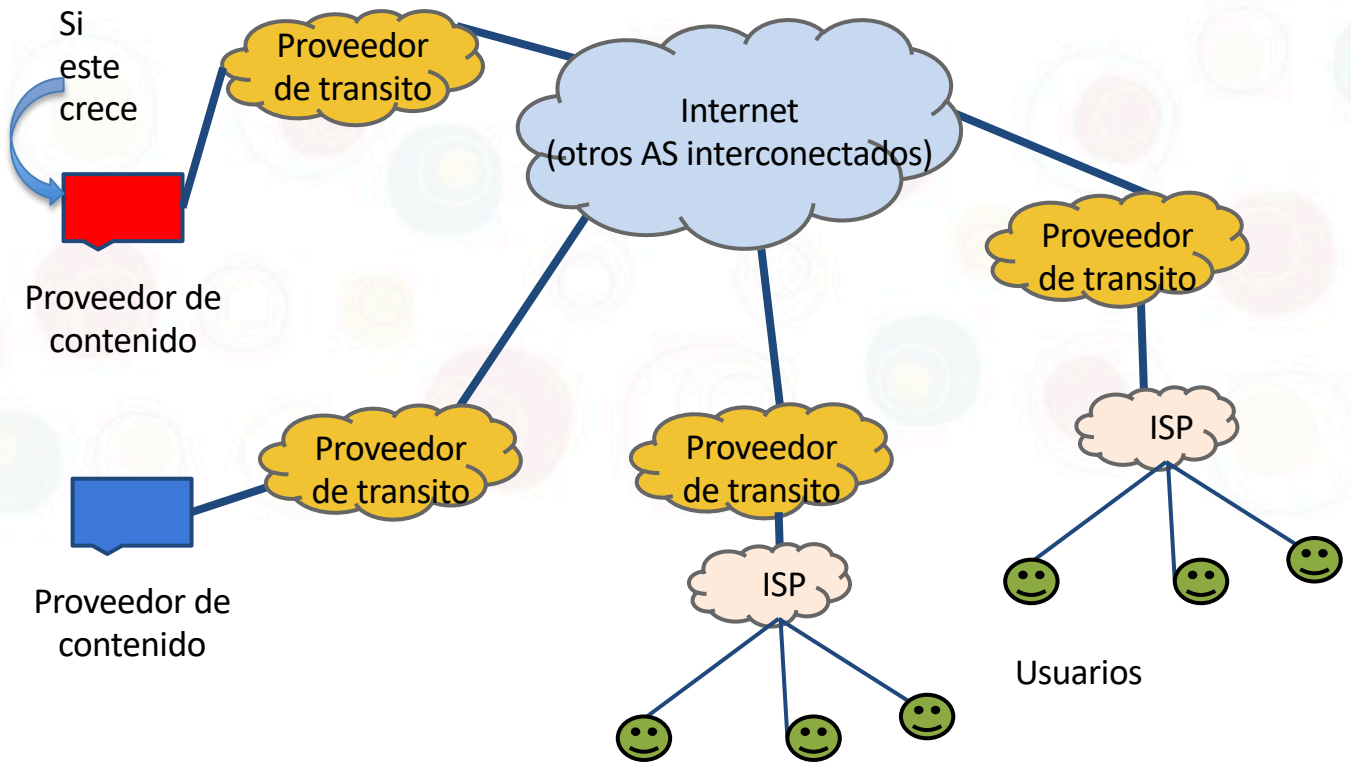
# Hacia una interconexión y peering más seguros

Mauricio Oviedo mauricio@socium.cr
Alejandro Acosta Alejandro@lacnic.net

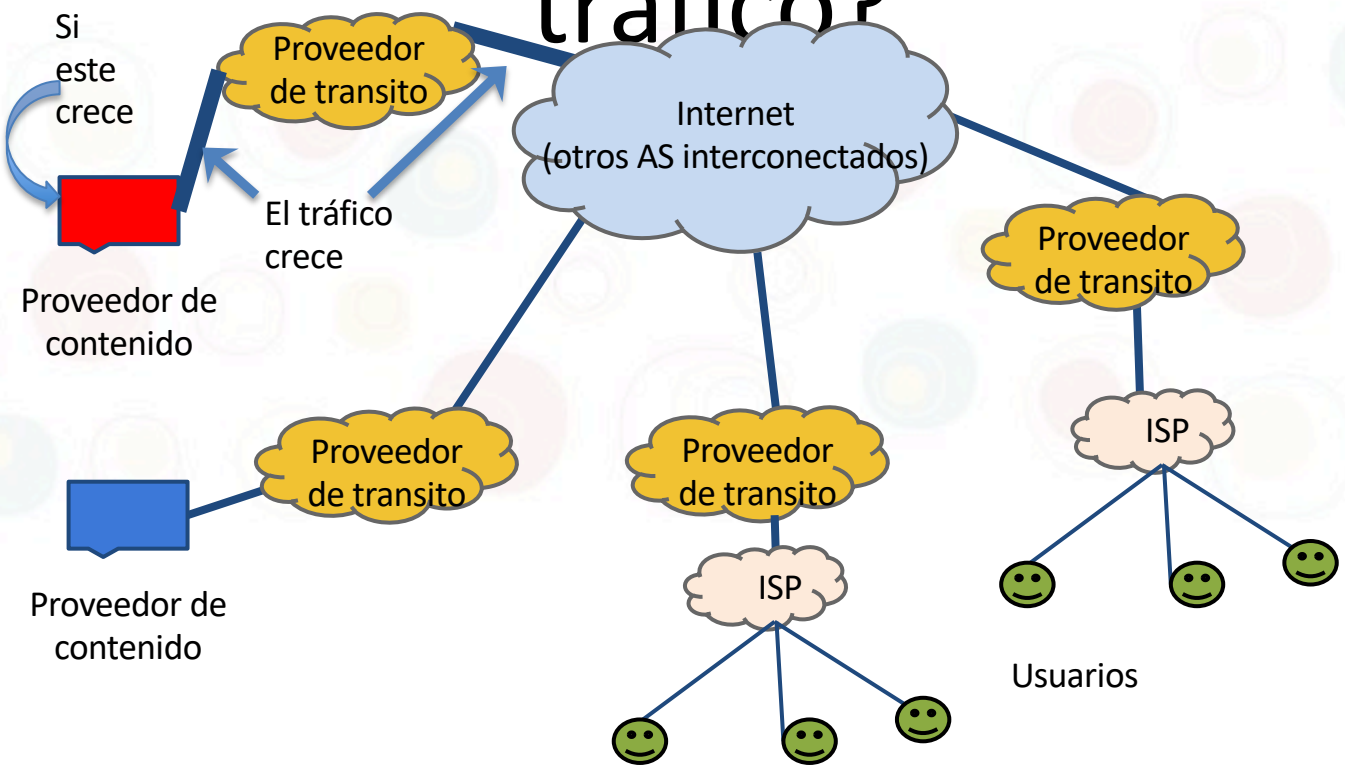
# ¿Cómo se encamina el tráfico?



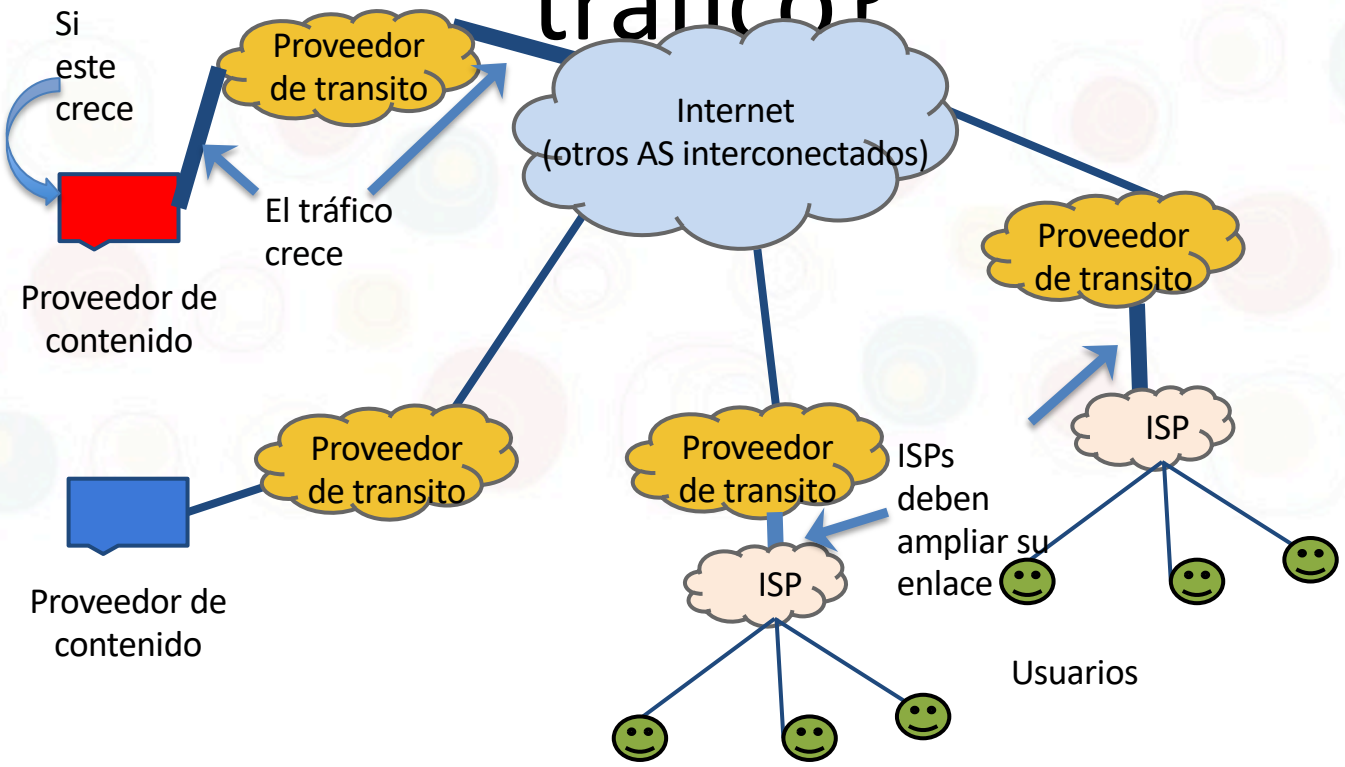
# ¿Cómo se encamina el tráfico?



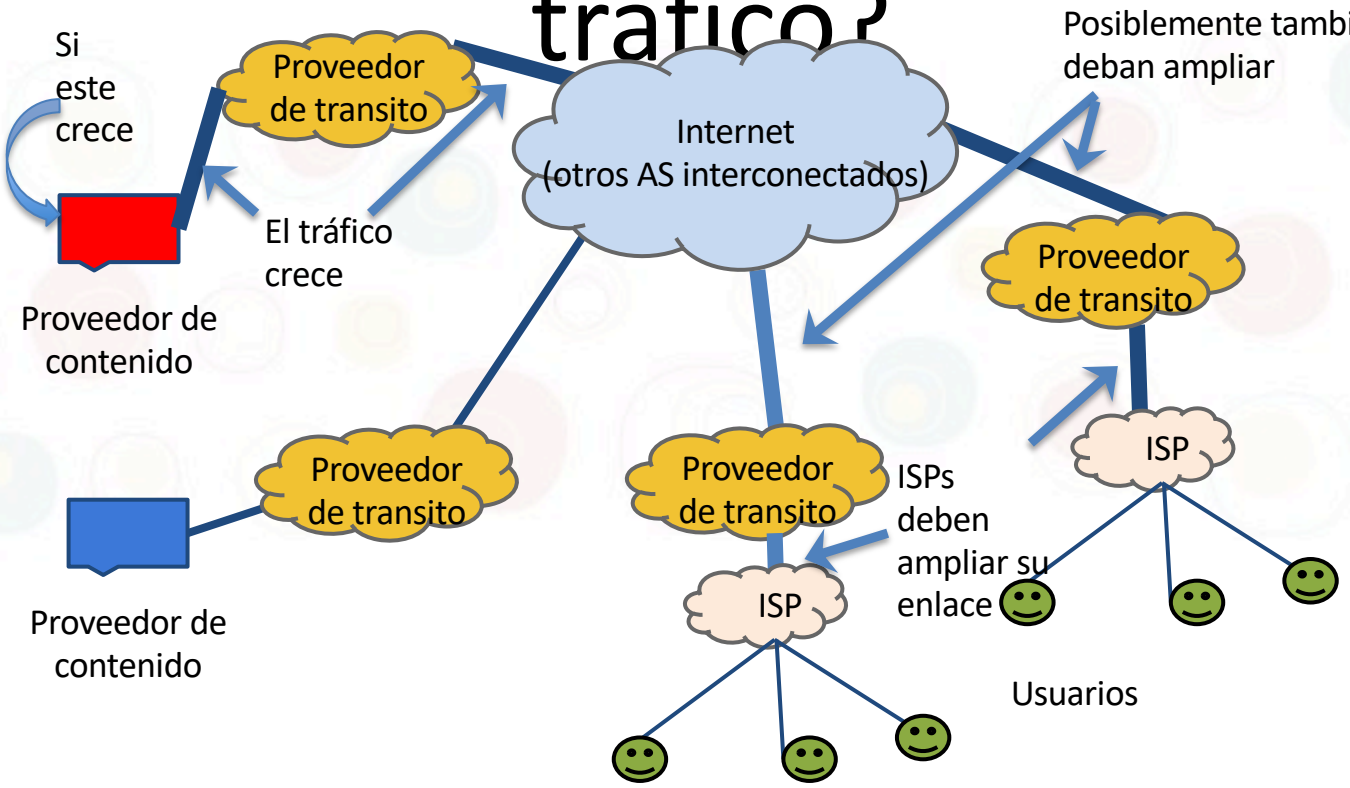
# ¿Cómo se encamina el tráfico?



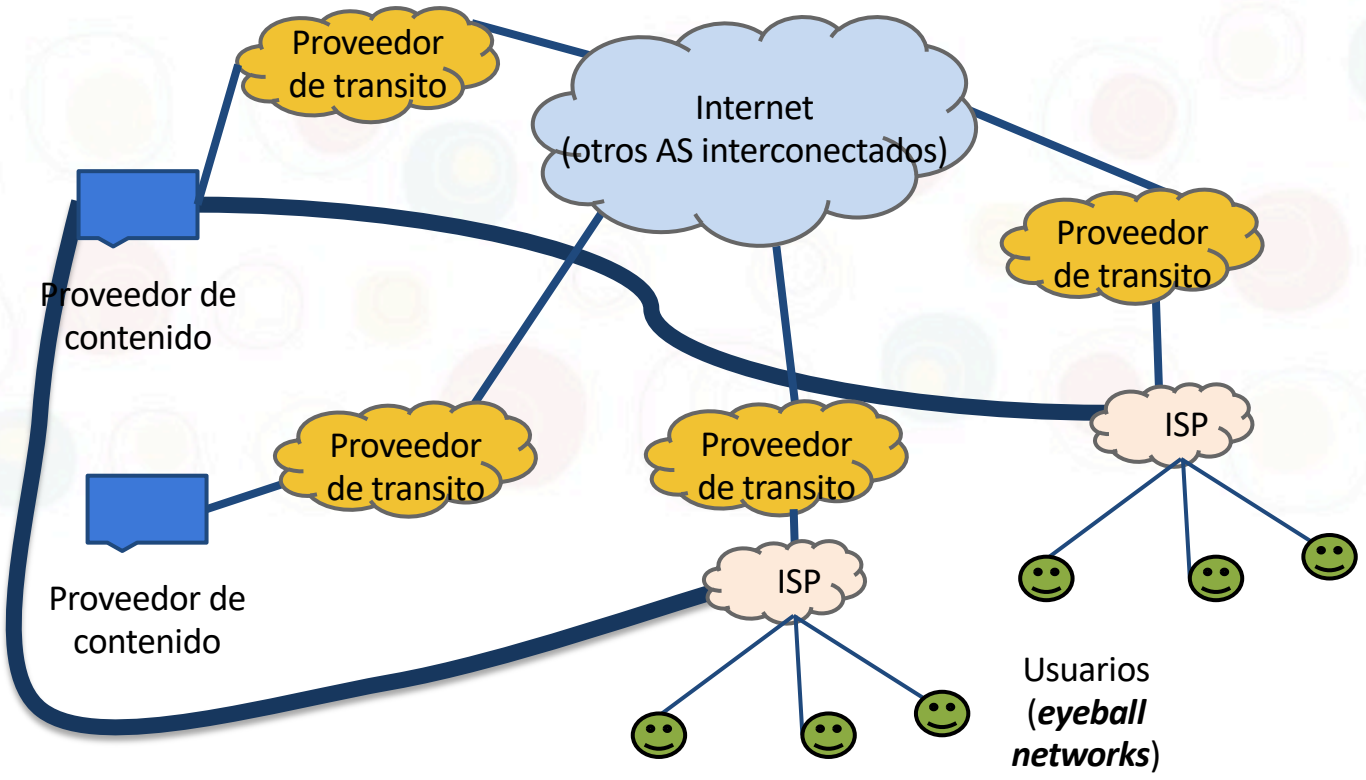
# ¿Cómo se encamina el tráfico?



# ¿Cómo se encamina el tráfico?

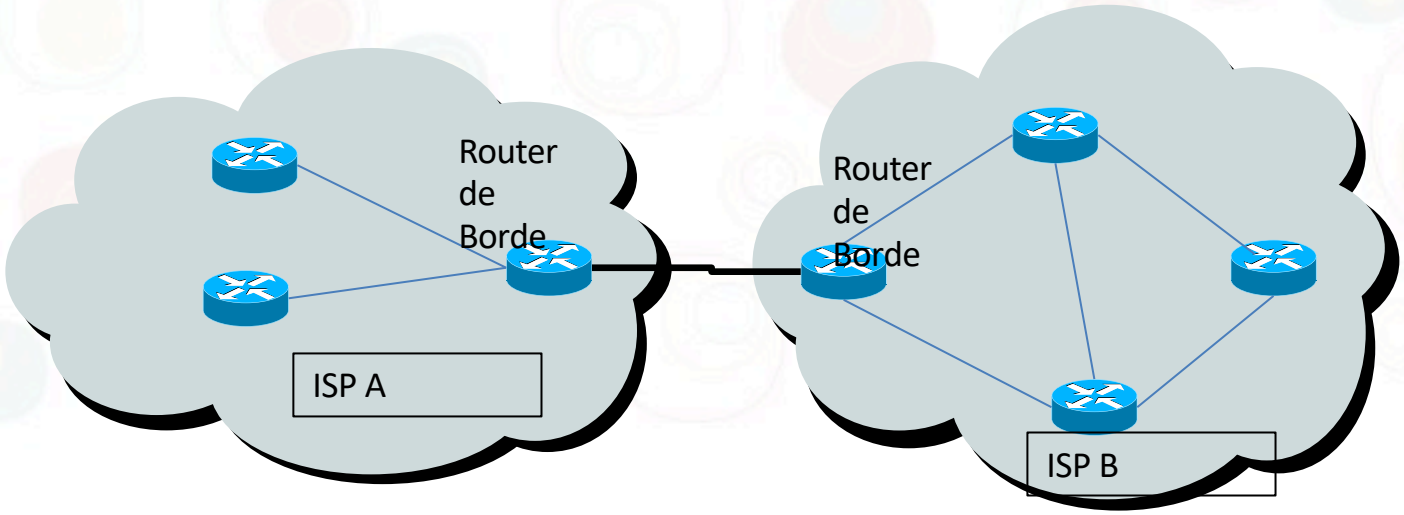


# Alternativa: peering

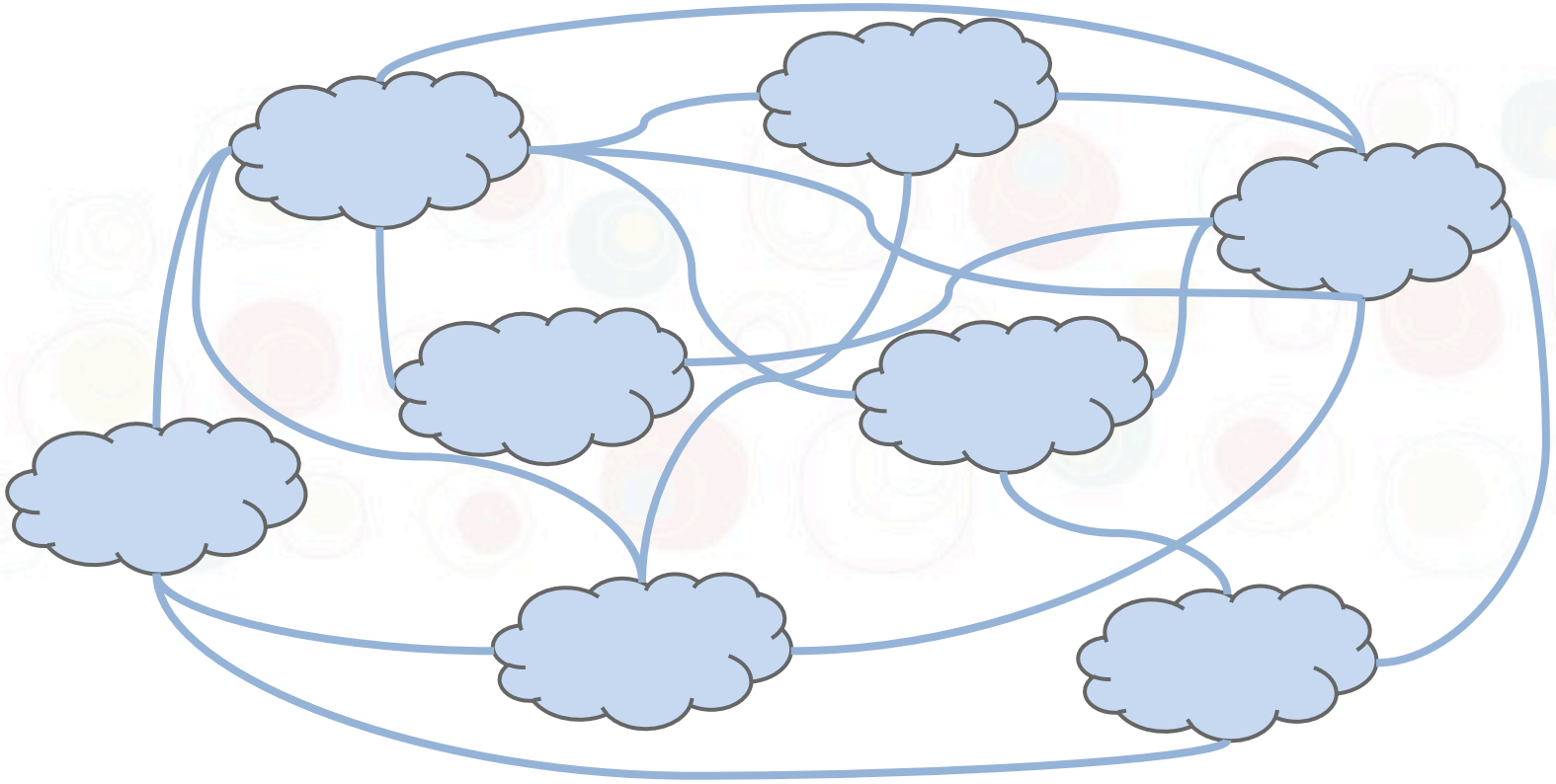


# MODALIDADES DE INTERCONEXIÓN

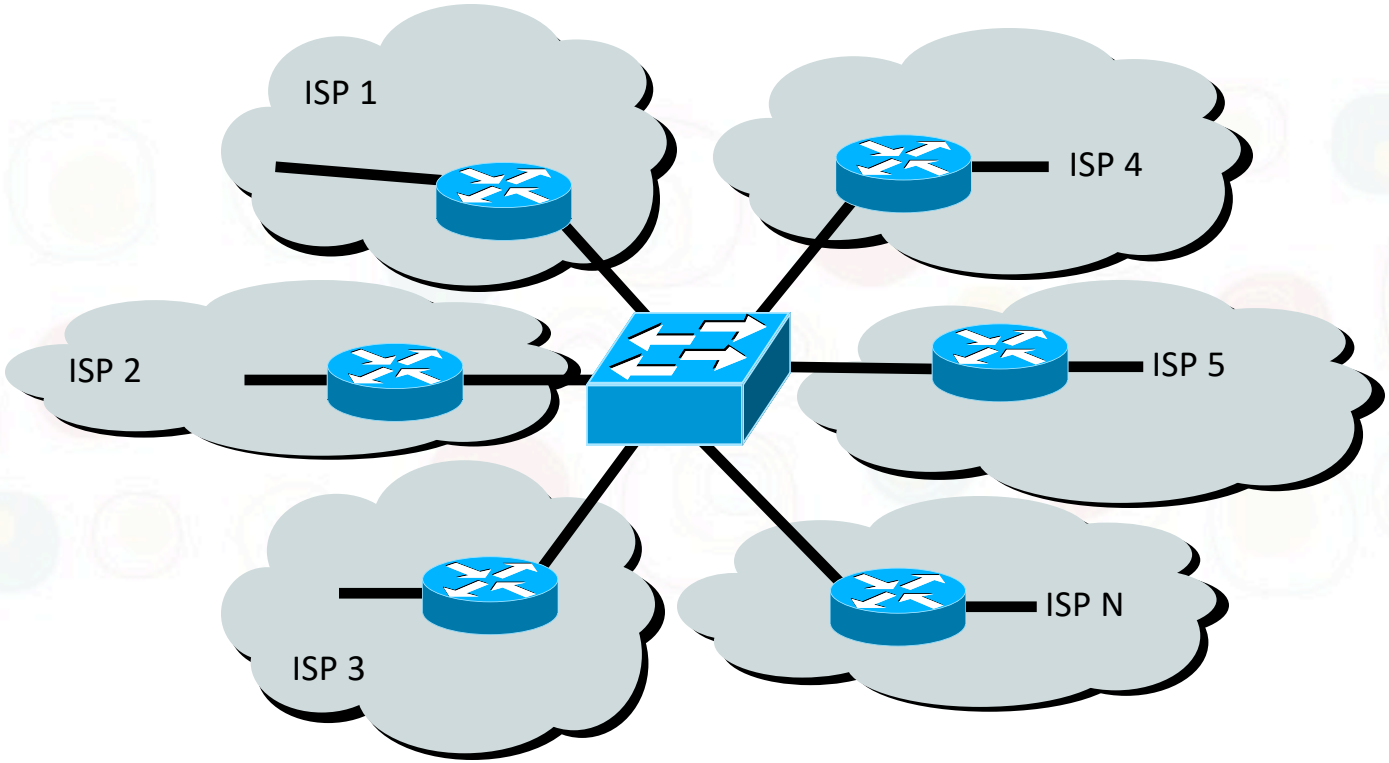
# Interconexión directa: Peering



# Interconexión directa: puede ser compleja

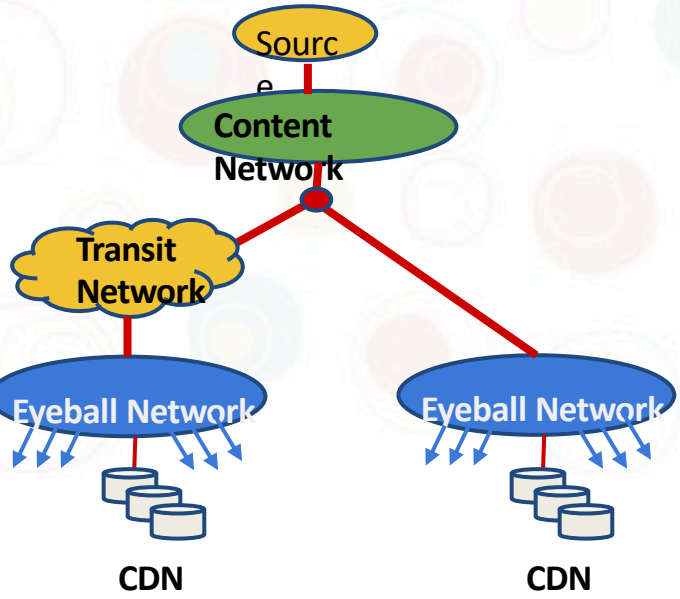


# Interconexión pública



# Qué es una CDN (Content Delivery Network)?

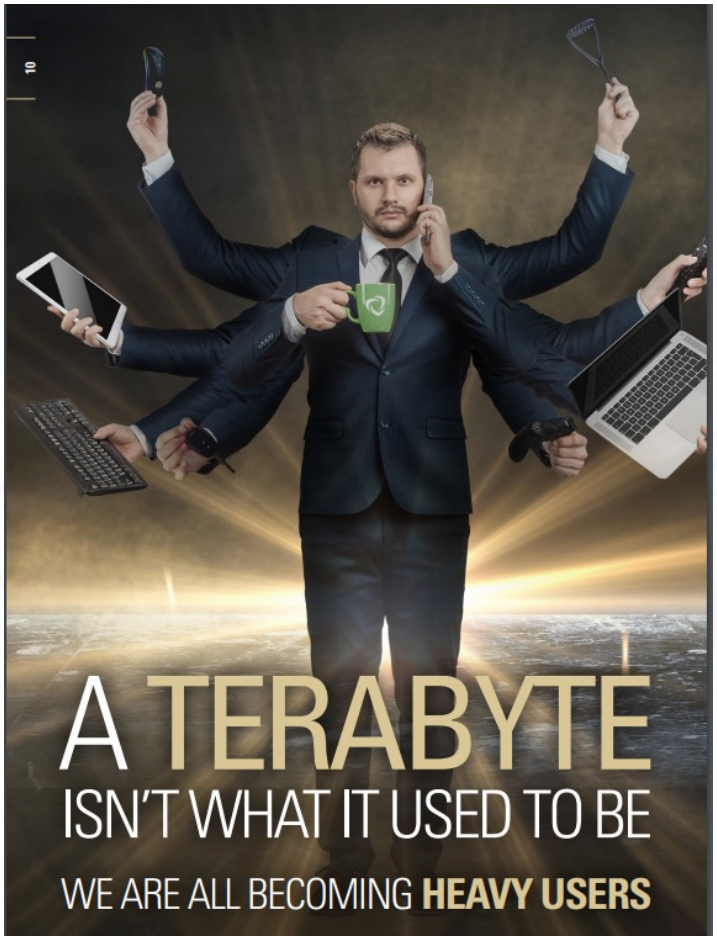
- Plataforma distribuida para entrega de contenido
- Sirve contenido más cerca de los usuarios
- Mejora el desempeño de los servicios a los usuarios
- Menor costo para el proveedor de contenido y el ISP



# Ejemplos de CDNs

- CDNs Tradicionales y Telco
  - Akamai
  - Cloudflare
  - Level3
  - Limelight Networks
- Content Provider own-CDNs
  - Google
  - Netflix
  - Facebook

# REALIDAD DEL TRÁFICO DE INTERNET EN LA ACTUALIDAD




- El uso global de BW aumentó un 34% de 2019 a 2020 y un 29% más en 2021
- La transmisión de vídeo, representa el 53,72% del total de tráfico

| | Category | Total Volume |
|---|---|---|
| 1 | Video | 53.72% |
| 2 | Social | 12.69% |
| 3 | Web | 9.86% |
| 4 | Gaming | 5.67% |
| 5 | Messaging | 5.35% |
| 6 | Marketplace | 4.54% |
| 7 | File Sharing | 3.74% |
| 8 | Cloud | 2.73% |
| 9 | VPN | 1.39% |
| 10 | Audio | 0.31% |

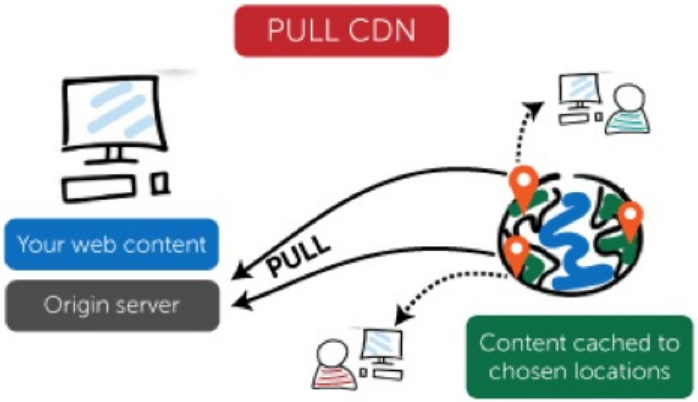
# Plataformas OTT

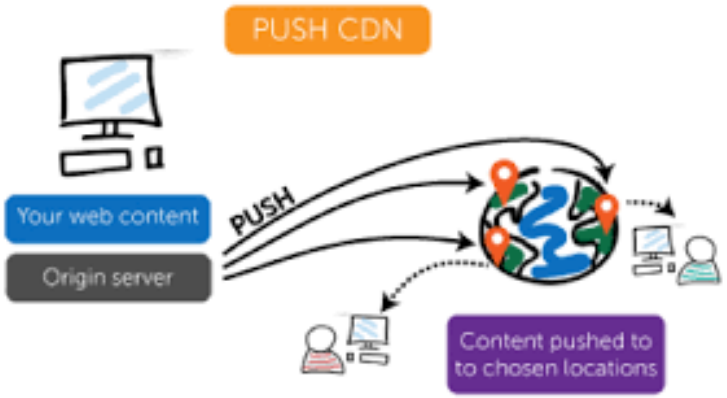
- Cantidad de usuarios en Internet
- Contenido de Streaming
- Calidad de video 4k- 16 k

| | Video | Games | Social | Messaging | Enterprise Conferencing |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | YouTube | Player Unknown's Battlegrounds | Facebook | WhatsApp | Zoom |
| 2 | Netflix | ROBLOX | TikTok | Discord | Microsoft Teams |
| 3 | Facebook video | League of Legends | Instagram | Facebook Messenger | Webex |
| 4 | TikTok | Fortnite | Wordpress | LINE | Blackboard Collaborate |
| 5 | HTTP media stream | Minecraft | Snapchat | Skype | Amazon Chime |
| 6 | Disney+ | Garena Free Fire | Twitter | Zoom | Canva |
| 7 | Amazon Prime | Call of Duty | Reddit | Microsoft Teams | Udemy |
| 8 | Twitch | Mobile Legends | Wattpad | Telegram | Cisco Spark |
| 9 | Hulu | Candy Crush | Pinterest | WebEx | GoToMeeting |
| 10 | HBO | War Thunder | GIPHY | WeChat | Steam |

lacnic

# Modelos de entrega de contenido en las CDN



# DEFINICIONES BÁSICAS

# Definiciones

| | |
|---|---|
| Tránsito | • Transmisión de tráfico a través de una red, regularmente por un costo |
| Peering | • Intercambio de información de enrutamiento y tráfico |
| Default Free Zone (DFZ) | • Sistemas autónomos que no requieren una ruta default para alcanzar cualquier destino en Internet |

# Tránsito vs Transporte

**Tránsito**

- Usualmente servicio en capa 3 (IP).
  - Puede ser BGP o no
- Costo en base a Mbps
- Utilizado para enviar tráfico a muchos sitios
- El tráfico depende de quien da el servicio como upstream provider

**Transporte**

- Usualmente servicio en capa 2: Metro Ethernet, SDH, etc.
- Costo fijo por capacidad de enlace (1Gbps, 10 Gbps).
- Utilizado para conectar dos sitios
- El tráfico queda acotado entre las organizaciones que establecen el transporte

Importancia y Beneficios

# PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO: IXPs

# Características de un IXP

Un IXP es un sitio donde los ***operadores de red*** se interconectan

- Otros nombres: PIT, PTT, NAP (anteriormente)

- Infraestructura compartida intercambiar tráfico:
  - ISPs, Proveedores de Contenido, Universidades, Medios, Bancos, etc.
- Normalmente habrá varios AS que se interconectan, lo que lo distingue de un peering privado que se hace entre dos redes.
- Un IXP es distinto de una red de acceso y de una red de tránsito/carrier
  - La función del IXP es interconectar redes, no proveer acceso ni actuar como un proveedor de tránsito o carrier.
  - Un IXP permite interconectar redes que son organizaciones separadas: sistemas autónomos independientes.
  - Un IXP no requiere que el tráfico entre dos AS pase por un tercero

lacnic

# Algunas ventajas de los IXPs (***estabilidad*** y ***resiliencia***)

- Tráfico local se rutea localmente
- Menor latencia para las aplicaciones
- Menores costos
- Posibilidad de CDNs
- El tráfico de una región/pais/zona no es visto desde otras regiones/paises
- Introduccion de nuevas tecnologias (IPv6, RPKI, etc)
- Acciones coordinadas ante incidentes de seguridad, problemas técnicos, etc.
- Sentido de "comunidad”
  - Compartir problemas, estrategias, acciones en común

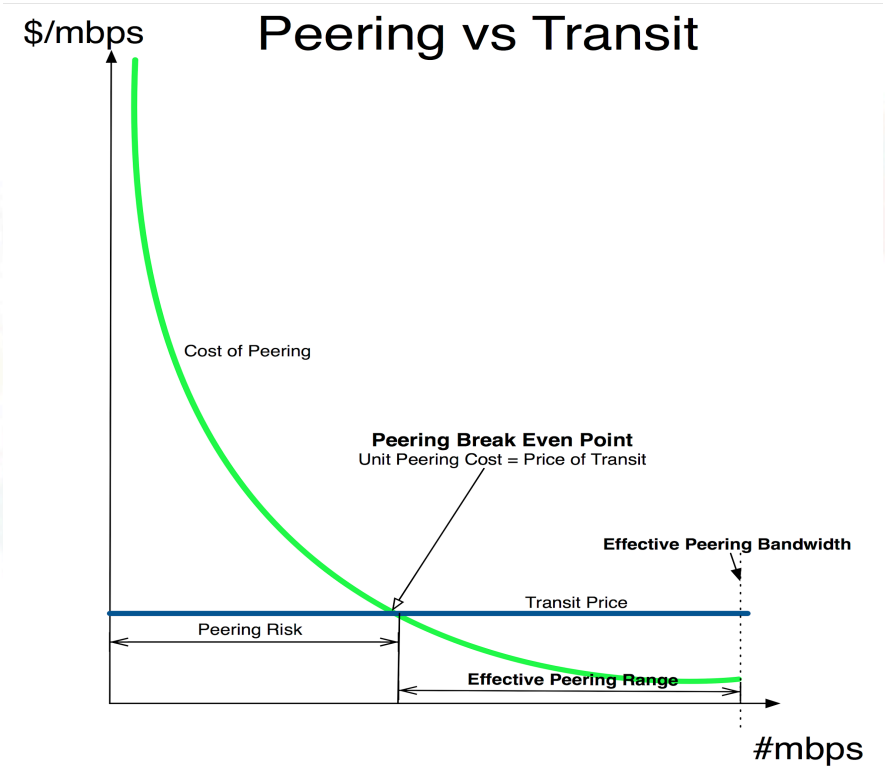
lacnic

# Comparación de costos

| | |
|---|---|
| **Transporte al sitio del IX** | Costo fijo por cierta capacidad |
| **Colocation** | Fijo |
| **Hardware** | Fijo |
| **X-connect** | Fijo |
| **IXP fee** | Fijo |

| | |
|---|---|
| **Transito** | Basado en el uso |

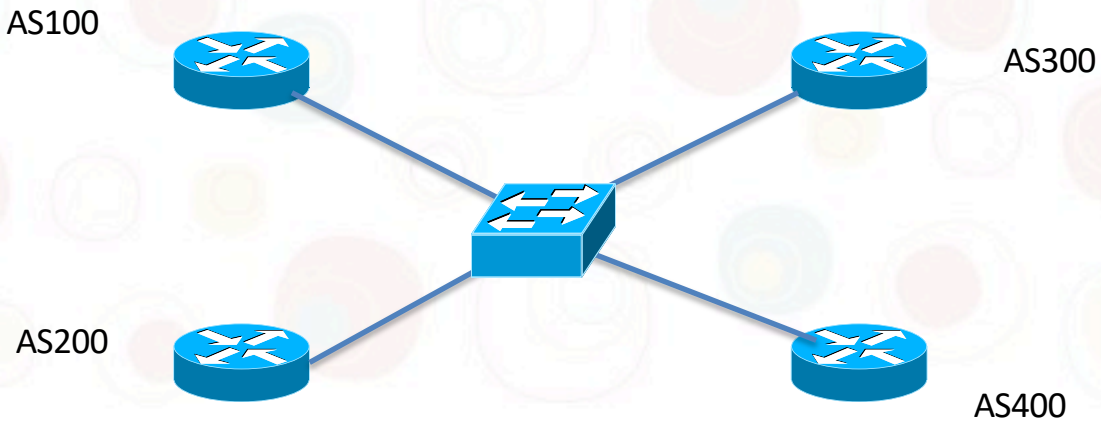
# Peering vs. Transito: costos comparados



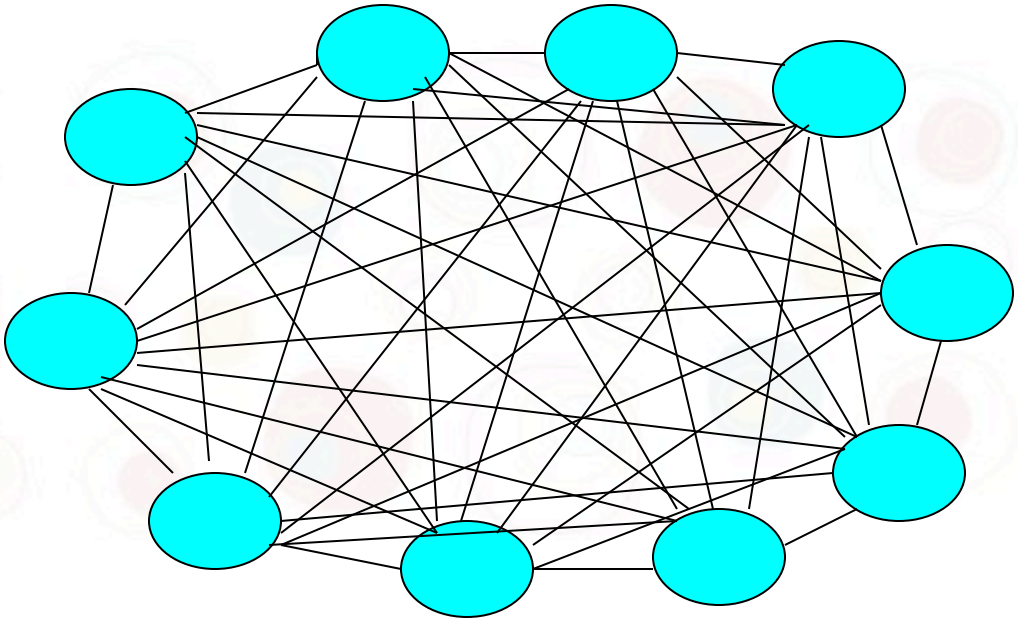

Source: Dr Peering

# ESQUEMA BÁSICO DE UN IXP

# Esquema básico de un IXP

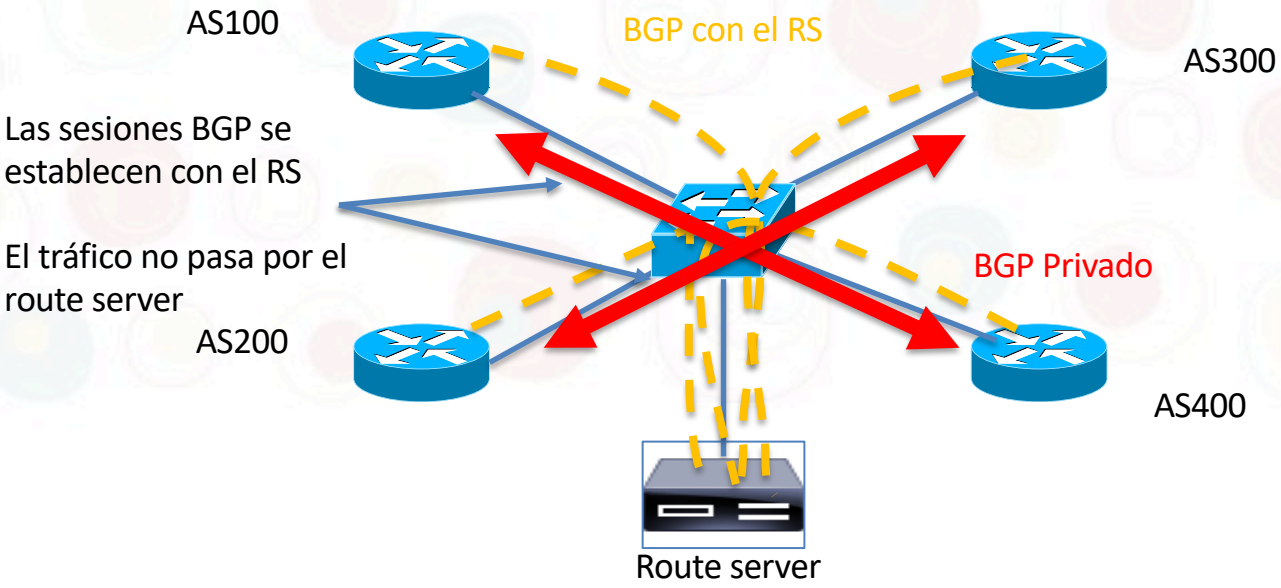


# Sin route-server: malla N-cuadrado



# ROUTE SERVERS (RS)

# Uso de route server en un IXP



# Route Servers ¿Qué es?

- Normalmente es un Servidor Unix que corre software de Enrutamiento.
  - Existen soluciones Open Source para esto
- Ruteador que activa la funcionalidad de BGP
- Intercambia la información de ruteo con ruteadores de proveedores de servicio en un IXP basado en políticas
- No envía paquetes – unicamente maneja la lógica de ruteo
- Evita una enorme cantidad de sesiones de BGP
  - Número de seciones = n(n-1)

# Seguridad: ventajas de un route server

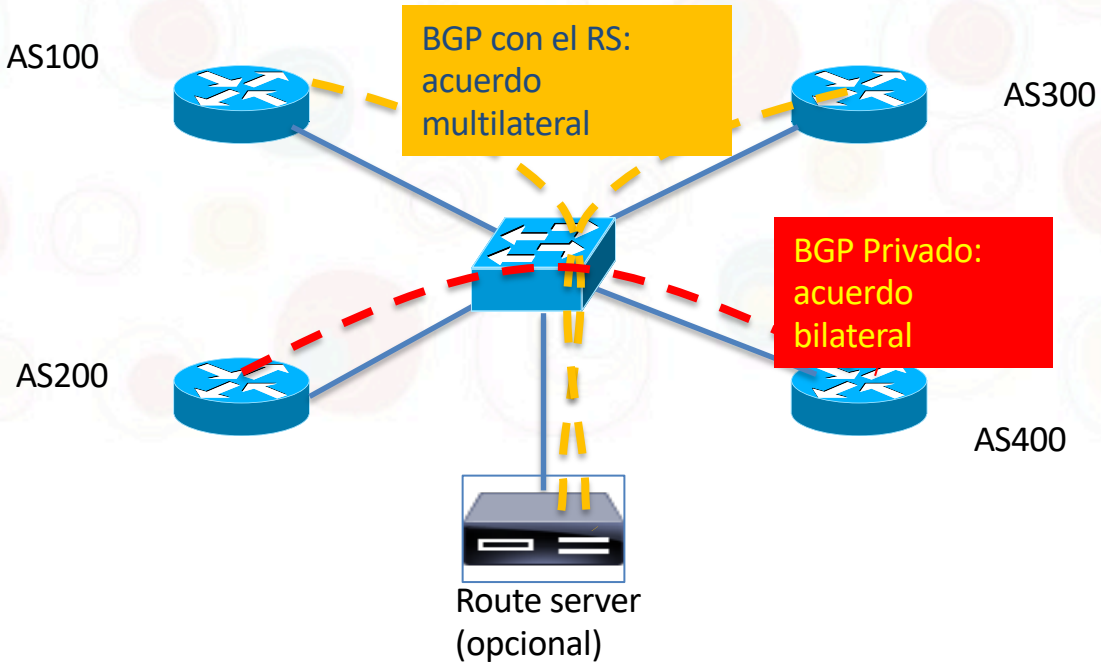
- Medidas básicas: filtrado de ASNs y prefijos bogon, filtros por cliente, etc.
- Evita route-leaks que pueden provenir de errores de configuración
  - Ejemplo: si se filtra una full-table al RS
  - Es un beneficio aún para ISPs que no hacen peering con el RS: sus rutas no se fugarán al resto de los ISPs.
- Posibilidad de implementar filtros por RPKI, por IRR, whois, etc.

lacnic

# Ejemplos de route-servers por software

- arouteserver: http://arouteserver.readthedocs.io
  - Herramienta en Python para generar configuración para route servers
  - Produce configuraciones para BIRD y OpenBGPd
  - Soporta IRR, RPKI, WHOIS
  - Soporta PeeringDB para obtener los AS-SETs
  - Simple de integrar con otros sistemas
- IXP manager: https://www.ixpmanager.org
  - Es un Sistema de administración completo para IX
  - Incluye un portal para administración del IXP y para los miembros
  - Produce configuraciones para BIRD

# Interconexión en un IXP



# Tipos de Acuerdo

**Acuerdos Bilaterales**

- Cada proveedor establece la relación que necesite con otros proveedores en el IXP
- Los enrutadores de borde de los ISP establecen sesiones de BGP con los enrutadores de borde de otros proveedores

**Acuerdos Multilaterales**

- Cada proveedor establece sesiones con el concentrador
- Los enrutadores de borde de los ISP tienen como vecino al IXP

# Referencias

- Cursos de Campus de LACNIC: https://campus.lacnic.net (BGP y RPKI)
- Tutorial de BGP y RPKI de LACNIC32: https://www.lacnic.net/3900/52/evento/tutoriales

- Internet Exchange BGP Route Server – https://tools.ietf.org/html/rfc7947
- Internet Exchange BGP Route Server Operations - https://tools.ietf.org/html/rfc7948
- A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4) - https://tools.ietf.org/html/rfc4271

lacnic

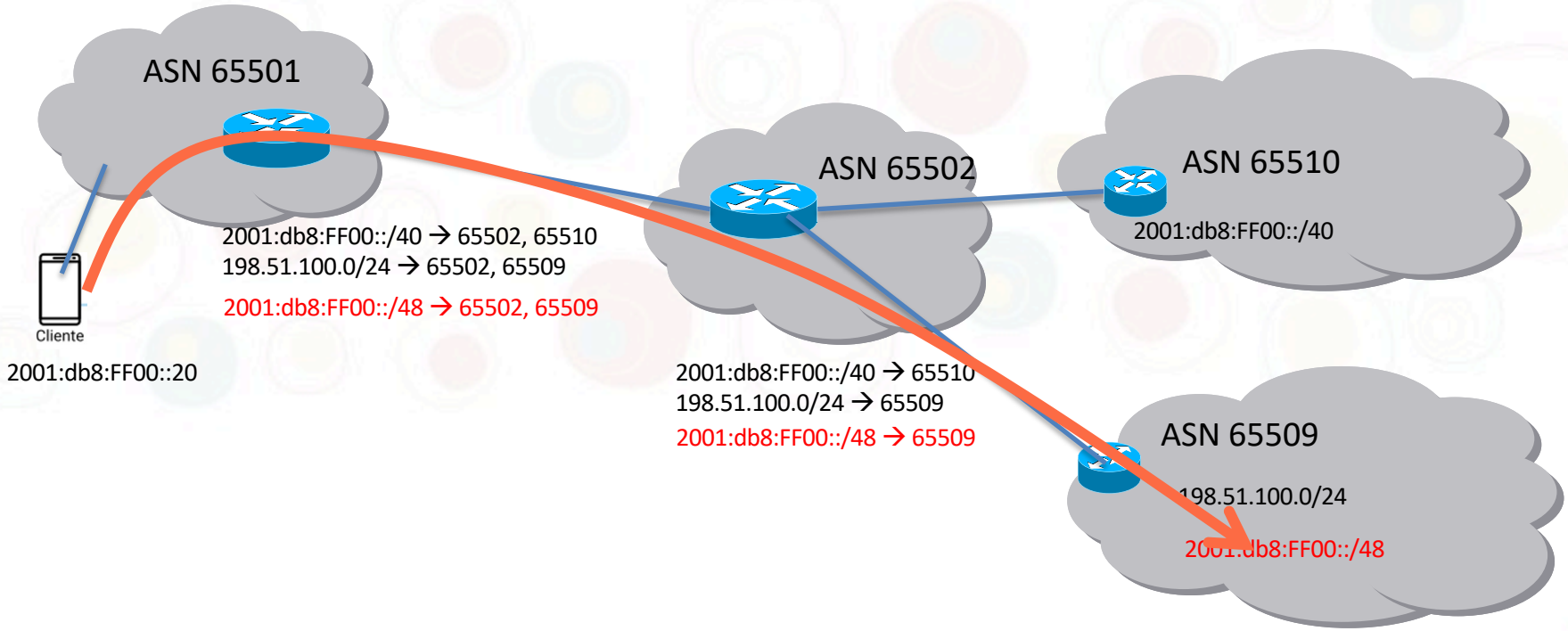
# ¿Preguntas hasta acá?

# SEGURIDAD EN RUTEO

# Secuestro de rutas

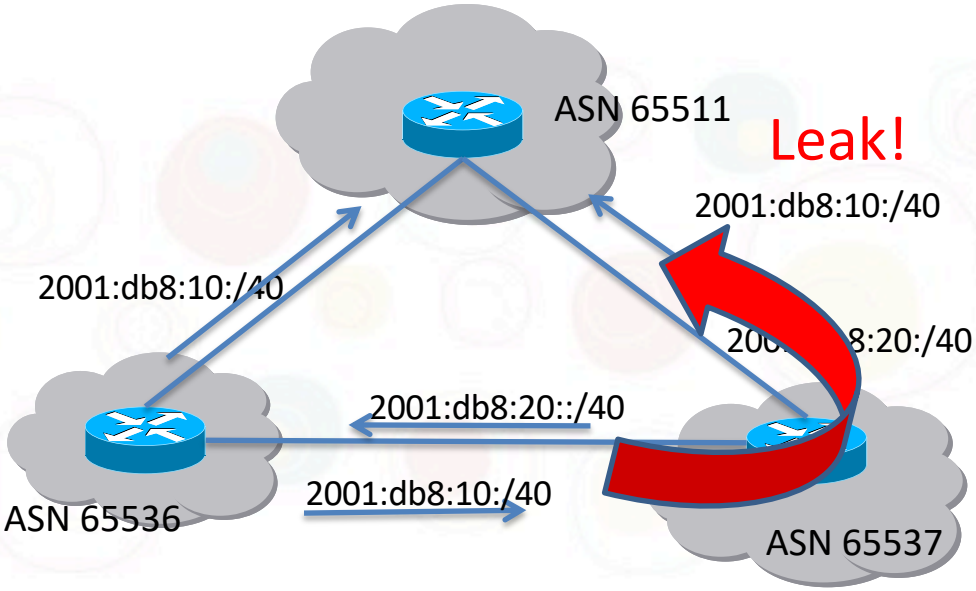
Secuestro de rutas:
Acción de anunciar
prefijos NO autorizados

- Intencional.
- Por error en la operación.



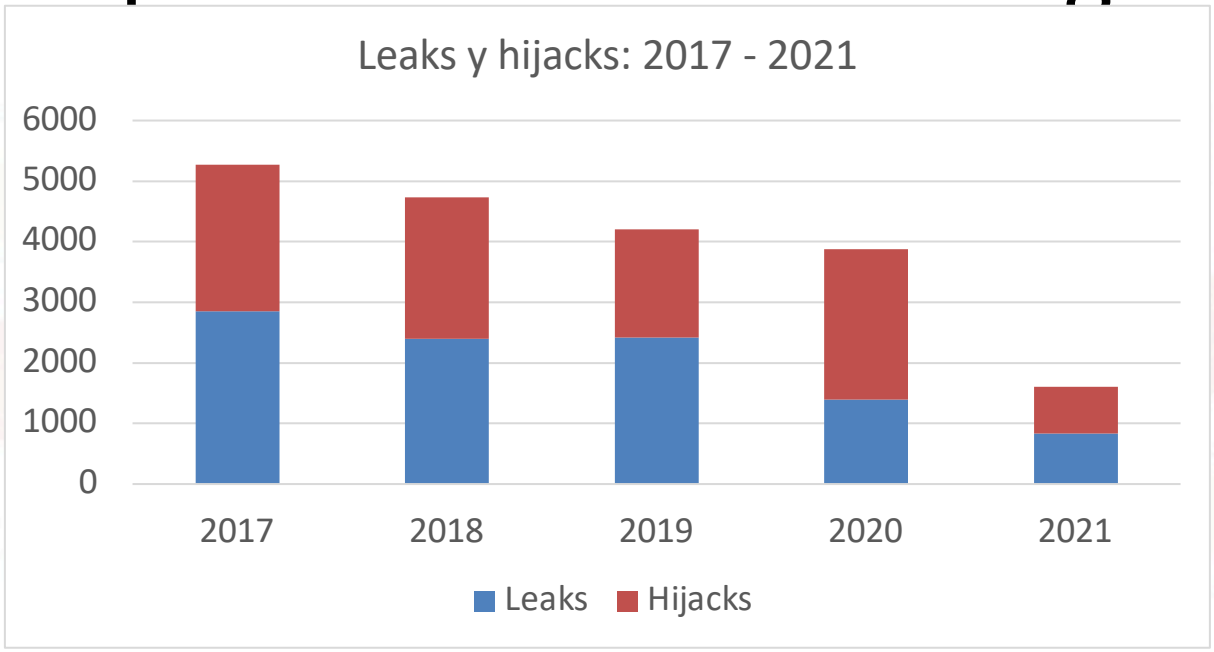
# Route leaks – fuga de rutas

- Prefijos aprendidos del ***proveedor*** no deben anunciarse a otro ***peer*** o a otro ***proveedor***
- Prefijos aprendidos de un ***peer*** tampoco se anuncian a otros ***peers*** ni al ***proveedor***
- Esos prefijos solo deberían anunciarse a ***clientes***




Si no hay filtros configurados, esto trae problemas

# Principales incidentes de seguridad




Fuentes:

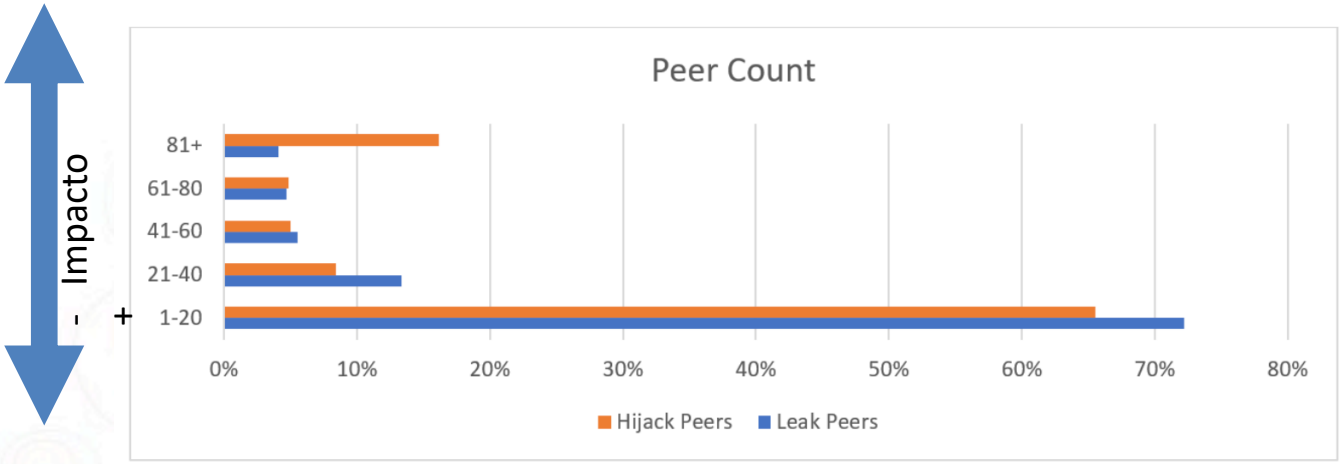
Informe sobre seguridad en el ruteo de LAC – Augusto Mathurín, 2019
https://www.lacnic.net/innovaportal/file/4297/1/fort-informe-seguridad-ruteo-es.pdf

MANRS: https://www.manrs.org/2021/02/bgp-rpki-and-manrs-2020-in-review/

MANRS: https://www.manrs.org/2022/02/bgp-security-in-2021/

# Alcance de los incidentes

(mayor número de peers afectados indica mayor impacto)




En cuántos peers de colectores BGP se detectan estos hijacks/leaks?

- Más del 70% de los incidentes fueron detectados por 1 a 20 peers
- Menos peers recibieron las rutas incorrectas: fueron filtradas antes
- Las medidas de seguridad parecen estar funcionando

https://www.manrs.org/2022/02/bgp-security-in-2021/

Acciones acordadas para promover la seguridad del ruteo

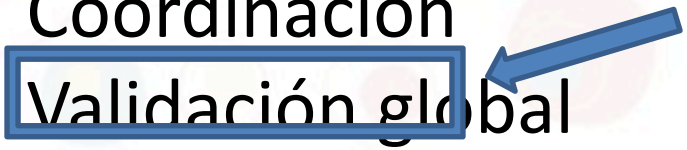
# ¿QUÉ PODEMOS HACER PARA MITIGAR LOS INCIDENTES?

# MANRS – Mejores prácticas

MANRS es un conjunto de ”Normas Mutuamente Acordadas para la Seguridad del Enrutamiento”

Acciones propuestas por MANRS para **operadores**:

- Filtrado
- Anti-spoofing
- Coordinación
- Validación global

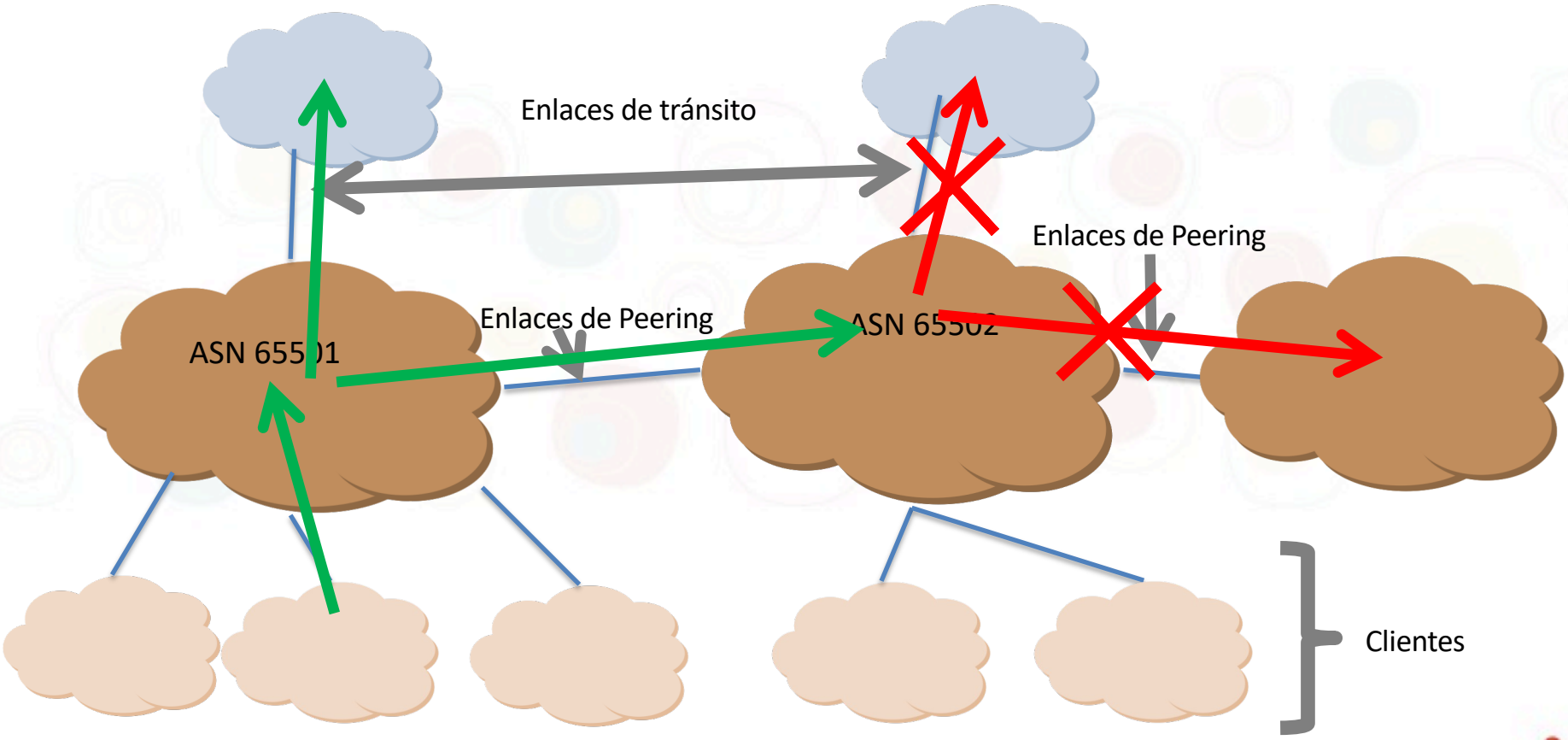


Veremos estas acciones en más detalle a continuación

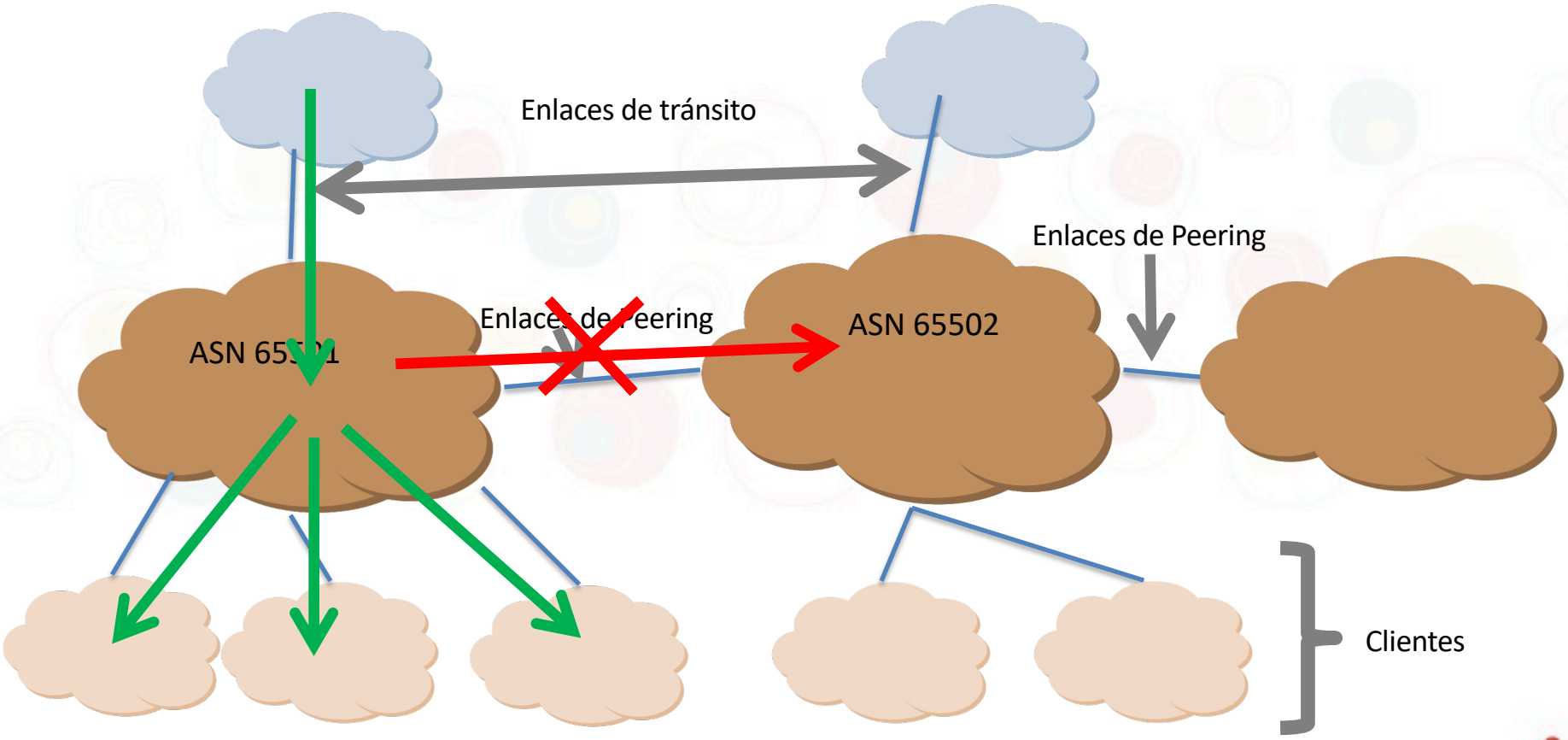
Hay también un programa específico para **IXPs** y para **CDNs**

https://www.manrs.org

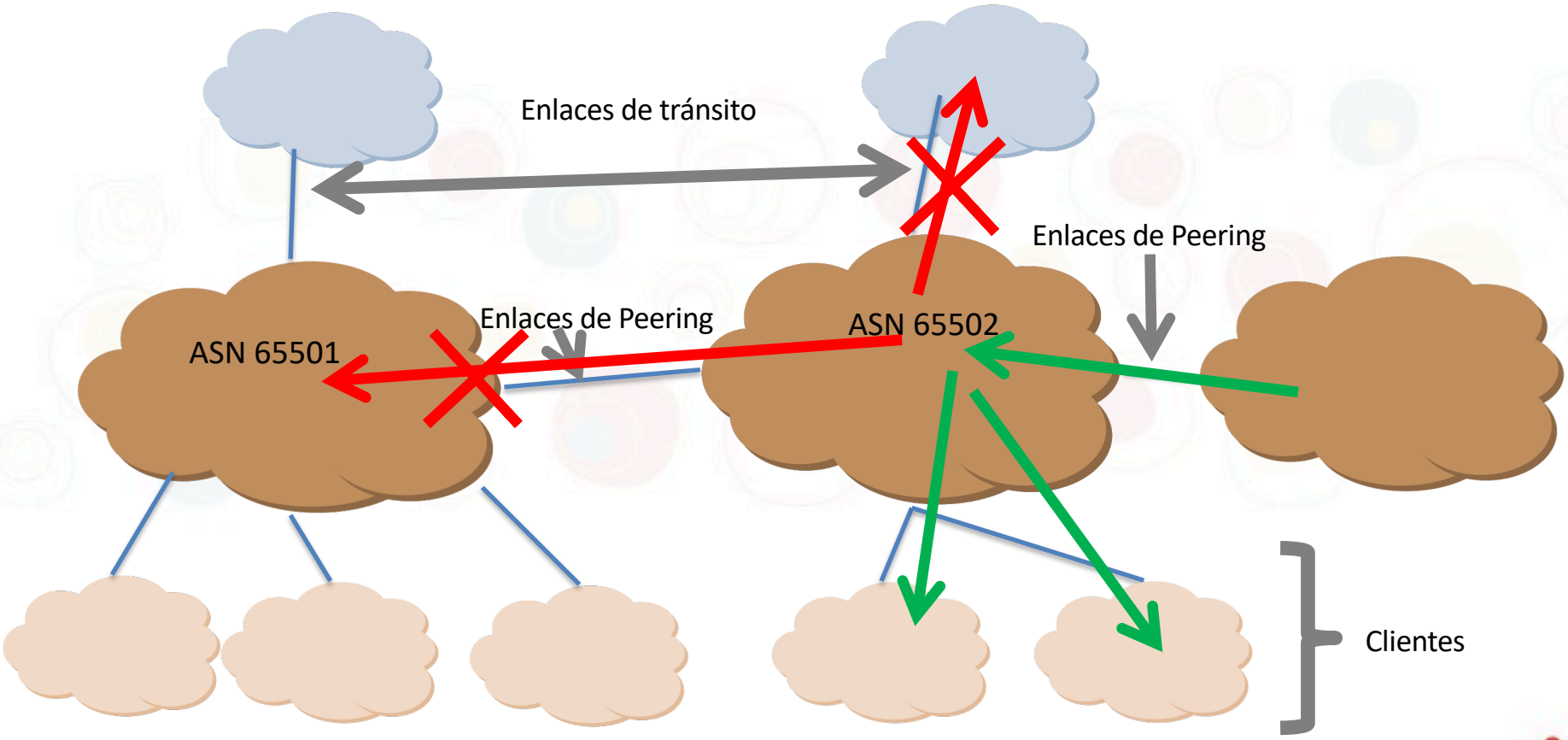
# BGP: qué debemos anunciar y qué no



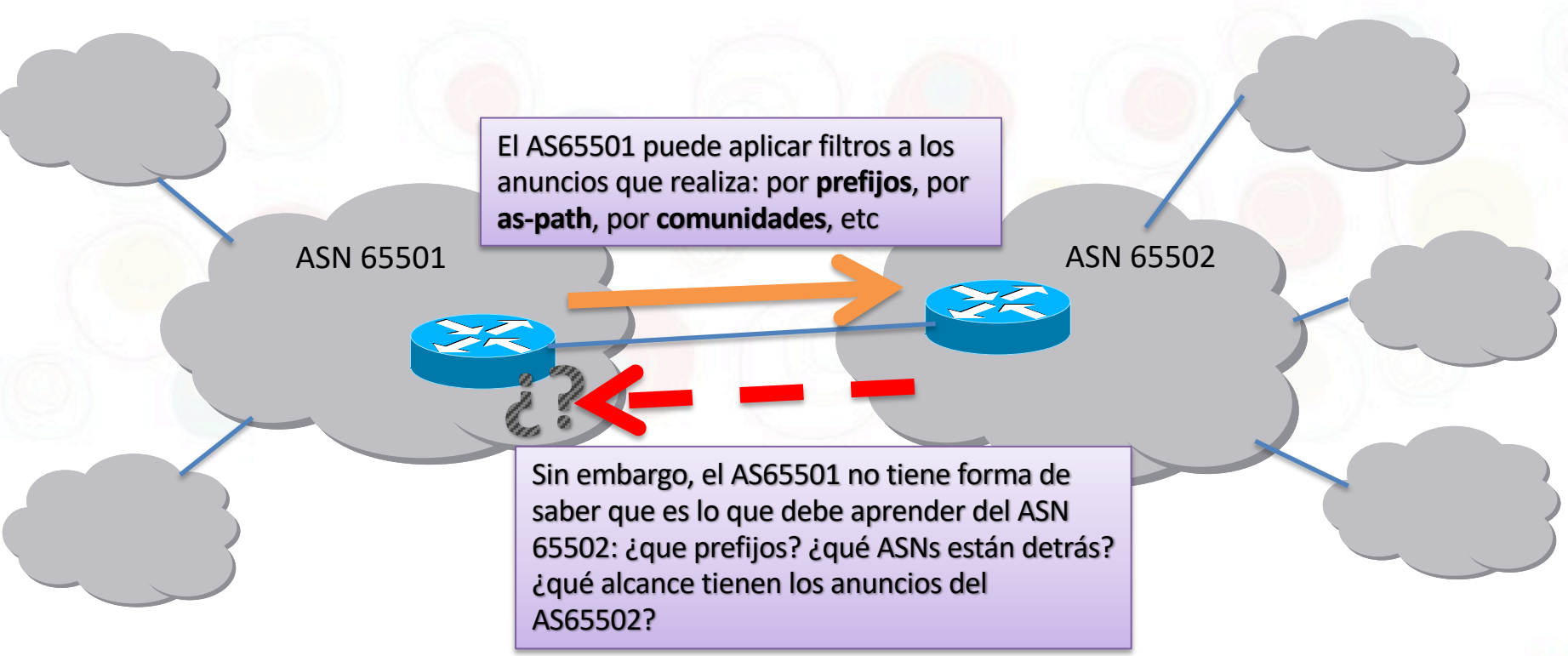
# BGP: qué debemos anunciar y qué no



# BGP: qué debemos anunciar y qué no

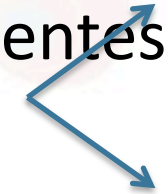


# BGP: filtros de salida y entrada



# IRRs vs RPKI

- Cómo chequear que la información que recibimos por BGP es correcta?
  - BGP no tiene mecanismos intrínsecos que permitan verificar esto
  - Se deben contrastar los anuncios recibidos por BGP contra fuentes externas
- Existen dos formas:



IRR: Internet Routing Registries

RPKI: Resource Public Key Infrastructure

# IRR – Internet Routing Registries

- Existe una gran cantidad de IRRs
  - El más conocido es RADB
  - RADB replica todos los demas IRRs
- Las organizaciones definen sus políticas de ruteo en un IRR
- Los operadores (ISP) utilizan esa información para generar filtros para BGP, muchas veces en forma automática
- Existen herramientas para utilizar esa información y configurar los routers: bgpq3/bgpq4, etc.

- AFRINIC
- ALTDB
- AOLTW
- APNIC
- ARIN
- BELL
- BBOI
- CANARIE
- EASYNET
- EPOCH
- GT
- HOST
- JPIRR
- LEVEL3
- NESTEGG
- NTTCOM
- OPENFACE
- OTTIX
- PANIX
- RADB
- REACH
- RGNET
- RIPE
- RISQ
- ROGERS
- TC

- **Ahora también LACNIC**

lacnic

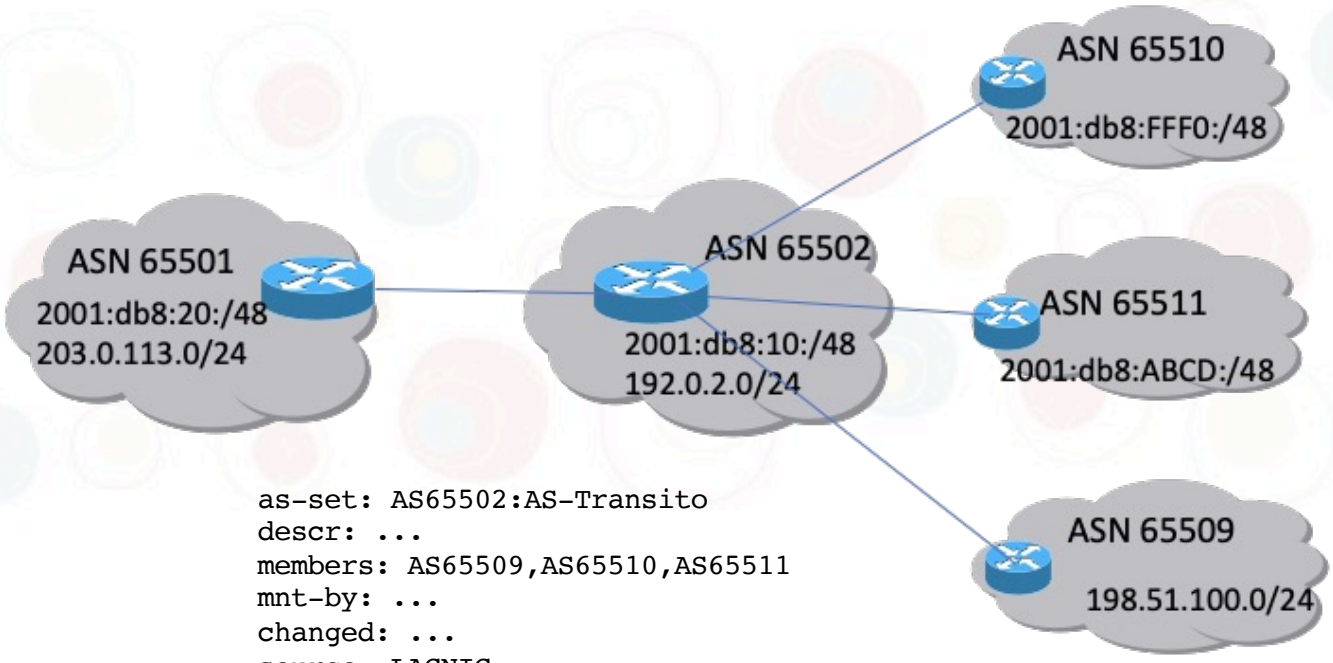
# Ejemplos de registros

```
whois -h whois.radb.net -- '-s radb -i mnt-by MAINT-AS6057'

route:      201.221.32.0/19
descr:      ANTEL
origin:     AS6057
notify:     noc@antel.net.uy
mnt-by:     MAINT-AS6057
changed:    nantoniello@antel.net.uy 20080903
changed:    nantoniello@antel.net.uy 20080903  #19:20:32Z
source:     RADB


route:      201.217.128.0/18
descr:      ANTEL
origin:     AS6057
notify:     noc@antel.net.uy
mnt-by:     MAINT-AS6057
changed:    nantoniello@antel.net.uy 20080903
changed:    nantoniello@antel.net.uy 20080903  #19:21:34Z
source:     RADB
```

lacnic

# CÓMO USAR LA INFORMACIÓN

# Ejemplo de tránsito




```
as-set: AS65502:AS-Transito
descr: ...
members: AS65509,AS65510,AS65511
mnt-by: ...
changed: ...
source: LACNIC
```

# Utilizando bgpq3/bgpq4

- En este caso, usamos el as-set:
- Prefijos IPv4

```
$ bgpq4 -h irr.lacnic.net -l clientes-as65502 AS65502:AS-Transito
no ip prefix-list clientes-as65502
ip prefix-list clientes-as65502 permit 198.51.100.0/24
```

- Prefijos IPv6

```
$ bgpq4 -h irr.lacnic.net -6 -l clientes-as65502 AS65502:AS-Transito
no ipv6 prefix-list clientes-as65502
ipv6 prefix-list clientes-as65502 permit 2001:db8:FFF0:/48
ipv6 prefix-list clientes-as65502 permit 2001:db8:ABCD:/48
```

- Ver más información sobre bgpq4 en https://github.com/bgp/bgpq4

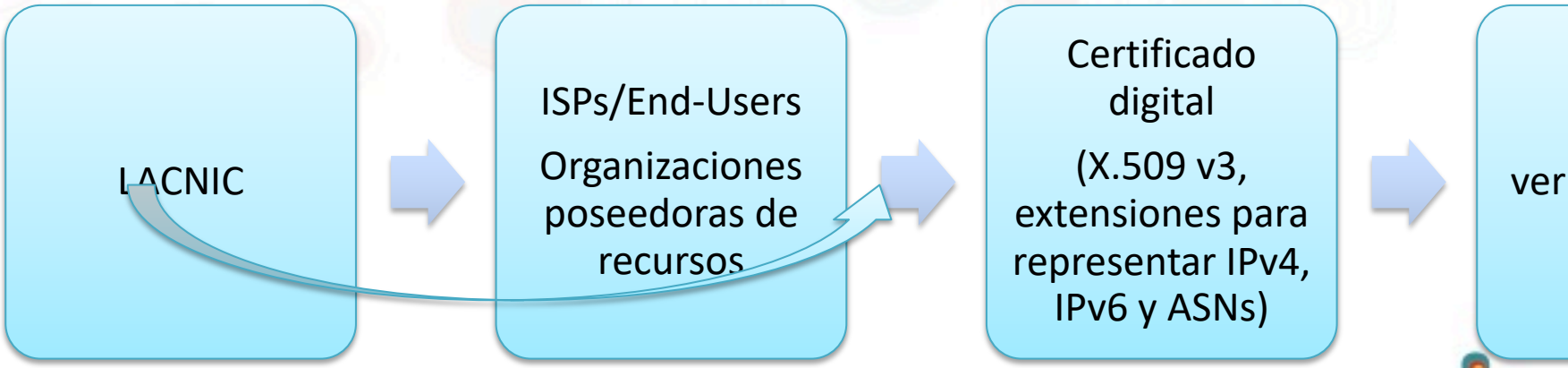
# Referencias

- IRR de LACNIC: https://labs.lacnic.net/Uso-de-IRR-LACNIC/
- Peering, IRR y AS-SET: https://www.labs.lacnic.net/Peering-IRR/
- Bgpq4: https://github.com/bgp/bgpq4
- IRRd v4: https://irrd4.readthedocs.io/en/master/users/queries.html

- Documentación Mi LACNIC:
  - General: https://lacnic.zendesk.com/hc/es/categories/360002625214-Internet-Routing-Registry
  - RPKI: https://lacnic.zendesk.com/hc/es/sections/206490008-RPKI
  - IRR: https://lacnic.zendesk.com/hc/es/categories/203940327-Soporte-Mi-LACNIC

# RPKI

- Define una infraestructura de clave pública especializada para ser aplicada al enrutamiento
  - En particular, para BGP



# ¿Qué compone la solución RPKI?

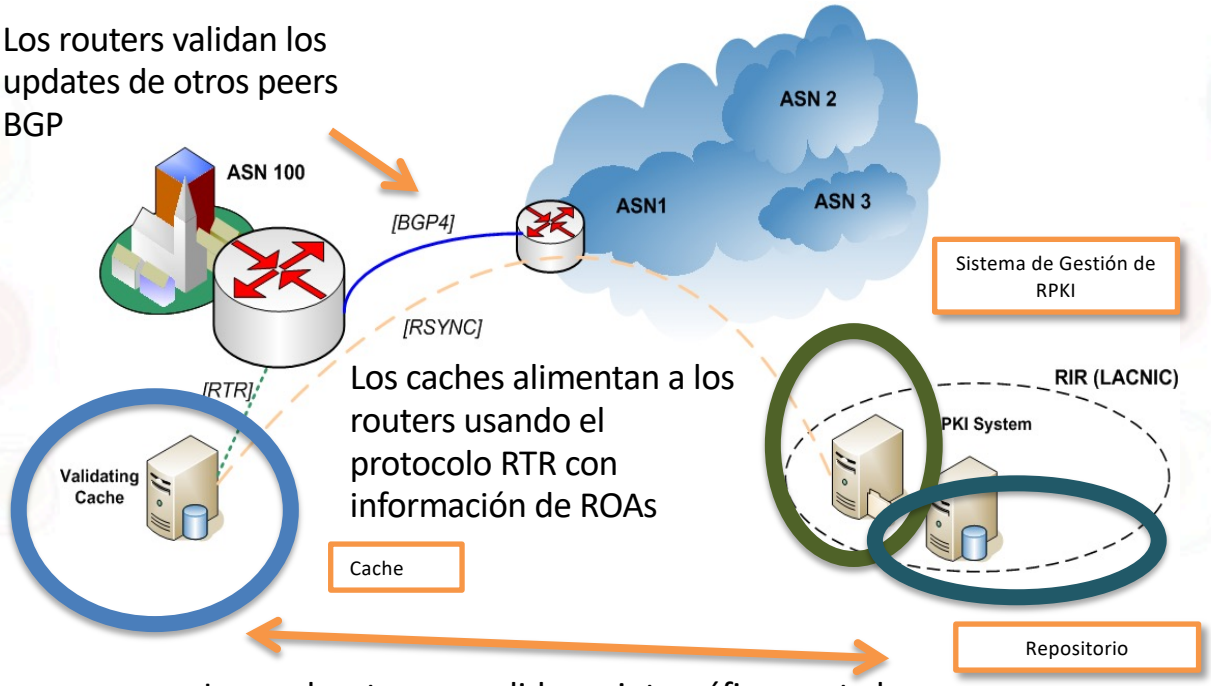
- **ROA**: Objetos firmados digitalmente para soportar seguridad del enrutamiento
  - Equivalentes a route o route6 objects de un IRR
  - Los ISPs u organizaciones pueden ***definir y certificar los anuncios de rutas que autorizan*** realizar
  - Los **ROAs** permiten definir el AS de origen para nuestros prefijos
  - **Firmados** con la clave privada del certificado
  - Toda la información es copiada en un **repositorio públicamente accesible**

- Un **mecanismo de validación** de prefijos
  - Validación de origen

lacnic

# VALIDACIÓN DE ORIGEN

# RPKI en acción



# Validación de Origen

- Una vez que los routers reciben la información de los caches, tendrán una tabla con:

| Prefix | Length | Max length | Origin-AS |
|---|---|---|---|
| 200.0.112.0 | 22 | 24 | 65501 |

- Con esto es posible asignar un ***estado de validez*** a cada UPDATE de BGP
- El estado de validez puede ser:
  - Válido: El AS de origen y el Largo Máximo coinciden con la información del ROA
  - Inválido: La información del ROA no coincide
  - No encontrado: No hay un ROA para el prefijo dado

lacnic

# RPKI EN LA PRÁCTICA

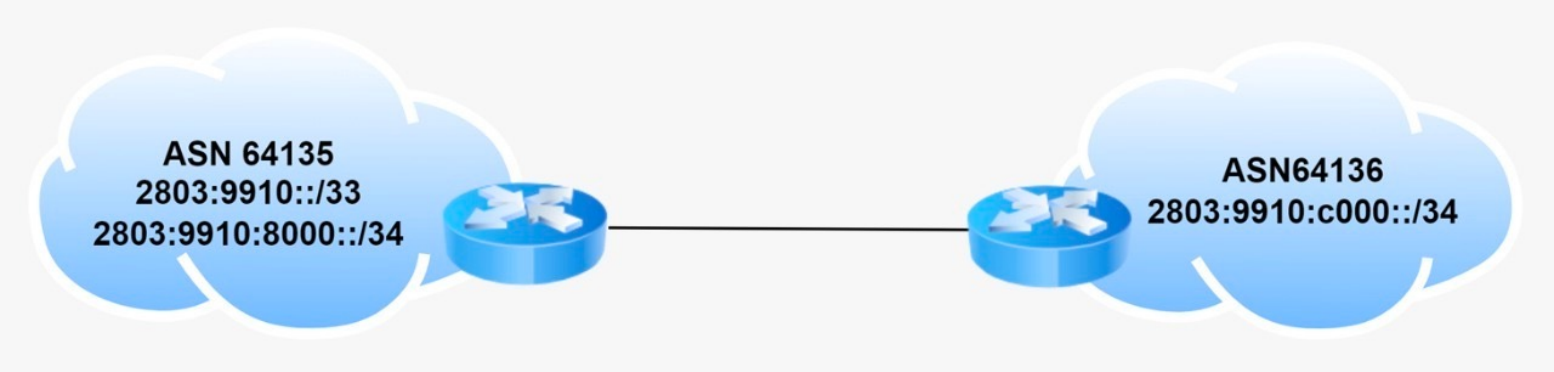
# ¿Cómo definir los ROA?

- Un ROA es semánticamente equivalente a un route(6) object:
  - **Asocia un prefijo a un ASN de origen**
  - Con esta información es posible hacer chequeo de un anuncio BGP
- Quienes tienen recursos IPv4, IPv6, ASN:
  - Pueden hacerlo desde el sistema de administración de recursos de LACNIC (MiLACNIC)
  - Se necesita para eso los datos de usuario y contraseña de administración de recursos
- Quienes no tienen recursos propios, dependerán del ISP
- Puede haber organizaciones con recursos IP pero no ASN
  - Deben crear los ROA permitiendo a cada ASN (upstream) anunciar los prefijos
  - La creación la realiza quien posee los recursos (diferente modelo que en el IRR en el que lo hace el que posee el ASN)

# ¿Qué tener en cuenta?

- Verificar cómo estamos realizando los anuncios
- Ejemplo: red 203.0.112.0/22
  - La estamos publicando sumarizada?
  - La estamos publicando desagregada?
    - En bloques de qué tamaño? /23? /24?
  - Con qué sistema autónomo se originan las publicaciones?
  - Siempre es el mismos ASN?
  - Los distintos bloques se anuncian siempre con un mismo ASN?
- Importante: los ROA que creamos deben respetar esta política
- De lo contrario, estaremos invalidando nuestras publicaciones

# Ejemplo de peering



# VALIDADORES

# Software disponible

- RIPE NCC's RPKI Validator 3
  - Uno de los primeros validadores disponibles, muy utilizado, buena interfaz gráfica
  - RIPE ha dejado de mantenerlo desde Julio 2021
- Cloudflare: OctoRPKI & GoRTR
  - Soporte para uso en CDNs, separación clara entre la validación y el protocolo RTR
- NLnetLabs: Routinator 3000
  - Una versión con soporte profesional, muy eficiente en términos de RAM y CPU
- RPKI-client
  - Implementación libre para facilitar la validación de origen de los anuncios BGP. Genera configuración para OpenBGPD o BIRD, pero también otros formatos como CSV o JSON para ser consumidos por otros programas
- LACNIC y NIC.MX: Validador FORT
  - Proyecto FORT incluye el validador y el Monitoreo FORT. El Validador está desarrollado en C y es muy eficiente, muy liviano para ejecutar en una VM

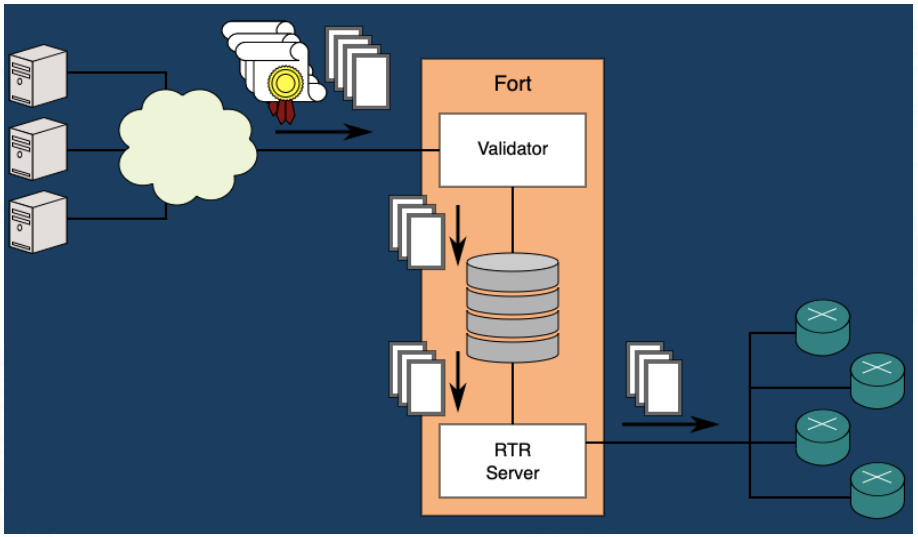
# Validador FORT

El validador FORT es un validador RPKI de código abierto

- Es parte del Proyecto FORT, iniciativa conjunta entre **LACNIC** y **NIC.MX**
- Soporte para Linux y BSD
- Desarrollado en C

Documentación general: https://nicmx.github.io/FORT-validator/

Descargar el validador: https://github.com/NICMx/FORT-validator/releases



# Herramientas útiles

- Mi LACNIC: https://milacnic.lacnic.net

- LACNIC Tools: https://tools.labs.lacnic.net/
  - Información de los repositorios de RPKI, consultas a RDAP, WHOIS y preguntas directas a servidores de nombres
- Inforedes: https://inforedes.labs.lacnic.net/
  - Información de recursos de numeración, ruteo, conectividad, DNS, RPKI
- Monitoreo FORT: https://monitor.fortproject.net/
  - Cobertura de ROAs, validez de los updates BGP, anomalías en la información de ruteo, etc

- RIPE RIS: https://www.ripe.net/analyse/internet-measurements/routing-information-service-ris
- BGP HE.NET https://bgp.he.net

- Cursos de Campus de LACNIC: https://campus.lacnic.net (BGP y RPKI)
- Documentación RPKI: https://rpki.readthedocs.io/en/latest/

# ¿Preguntas?