



Este proyecto ha sido  
cofinanciado por PROFIT



# Introducción a IPv6

David Fernández

Profesor Titular

Dpto. Ingeniería Sistemas Telemáticos

Universidad Politécnica de Madrid

18 de febrero de 2004



[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Contenido

- **Introducción**
- **Características generales**
- **Direccionamiento**
- **Autoconfiguración**
- **Encaminamiento**
- **Conclusiones**



[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# ¿Qué es IPv6?

- **Solución a los problemas de direccionamiento y encaminamiento en Internet (años 90)**
- **IPv6 es una evolución de IPv4 (no una revolución)**
  - **Modelo IPv4 demasiado “parcheado”**
    - Cientos de modificaciones dispersas en multitud de documentos
    - Falsa idea de simplicidad en IPv4
  - **IPv6 incorpora más de 25 años de experiencia**
    - No aporta grandes novedades
    - Muchas de las funcionalidades que incorpora IPv6 ya existen en IPv4
  - **Vuelta a los orígenes: modelo extremo a extremo coherente con las redes, servicios y aplicaciones actuales**
- **IP proporciona la infraestructura básica de comunicaciones de Internet**



[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Resumen Características IPv6 (I)

- **Direccionamiento:**
  - Direcciones de 128 bits asignadas jerárquicamente
- **Encaminamiento:**
  - Jerárquico basado en agregación de rutas
- **Prestaciones:**
  - Cabecera simple alineada a 64 bits
- **Versatilidad:**
  - Formato flexible de opciones. Extensibilidad mejorada
- **Multimedia:**
  - Mínimas diferencias con respecto a IPv4 (Identificación de flujos)
- **Multicast:**
  - Obligatorio. Mejora en control de ámbitos

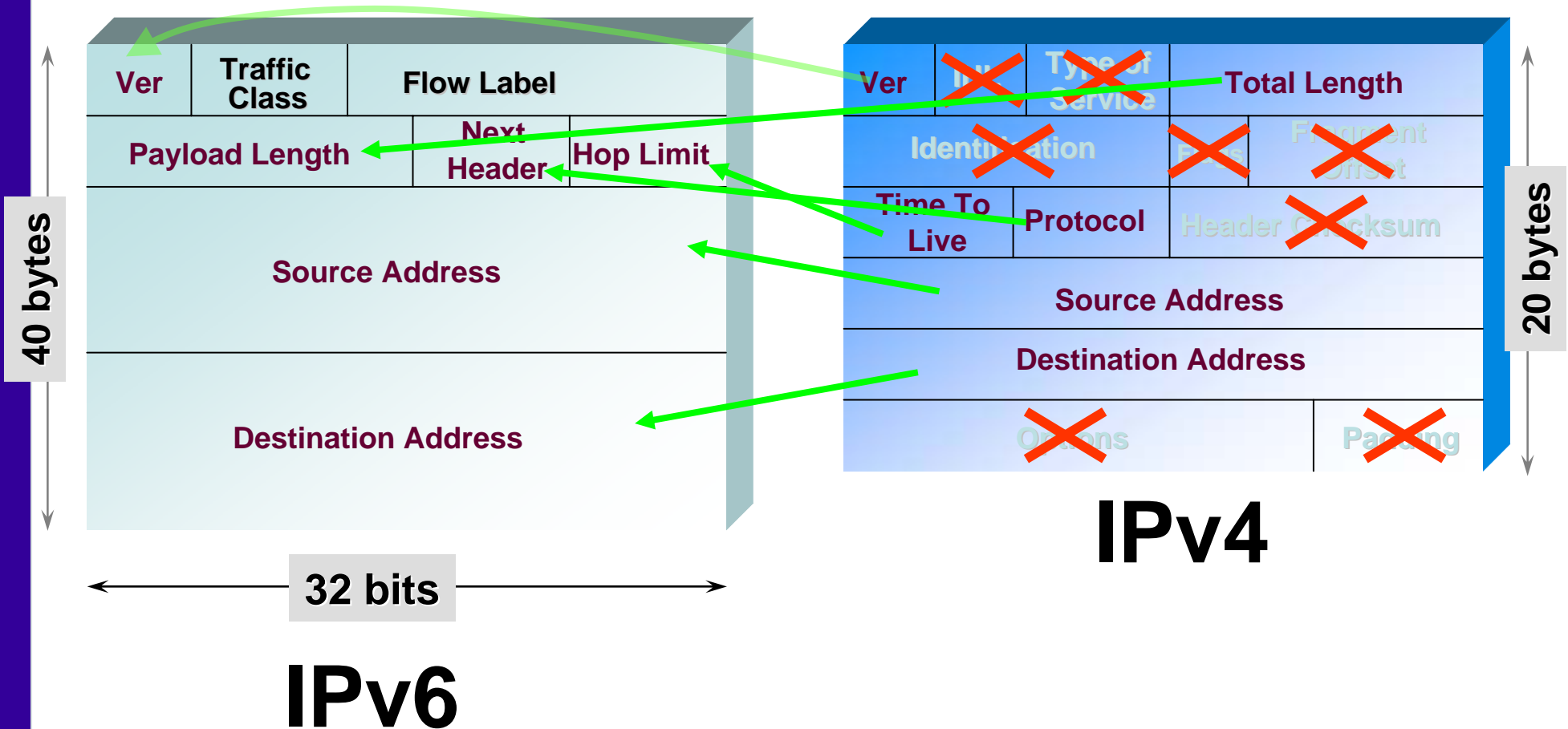


[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Resumen Características IPv6

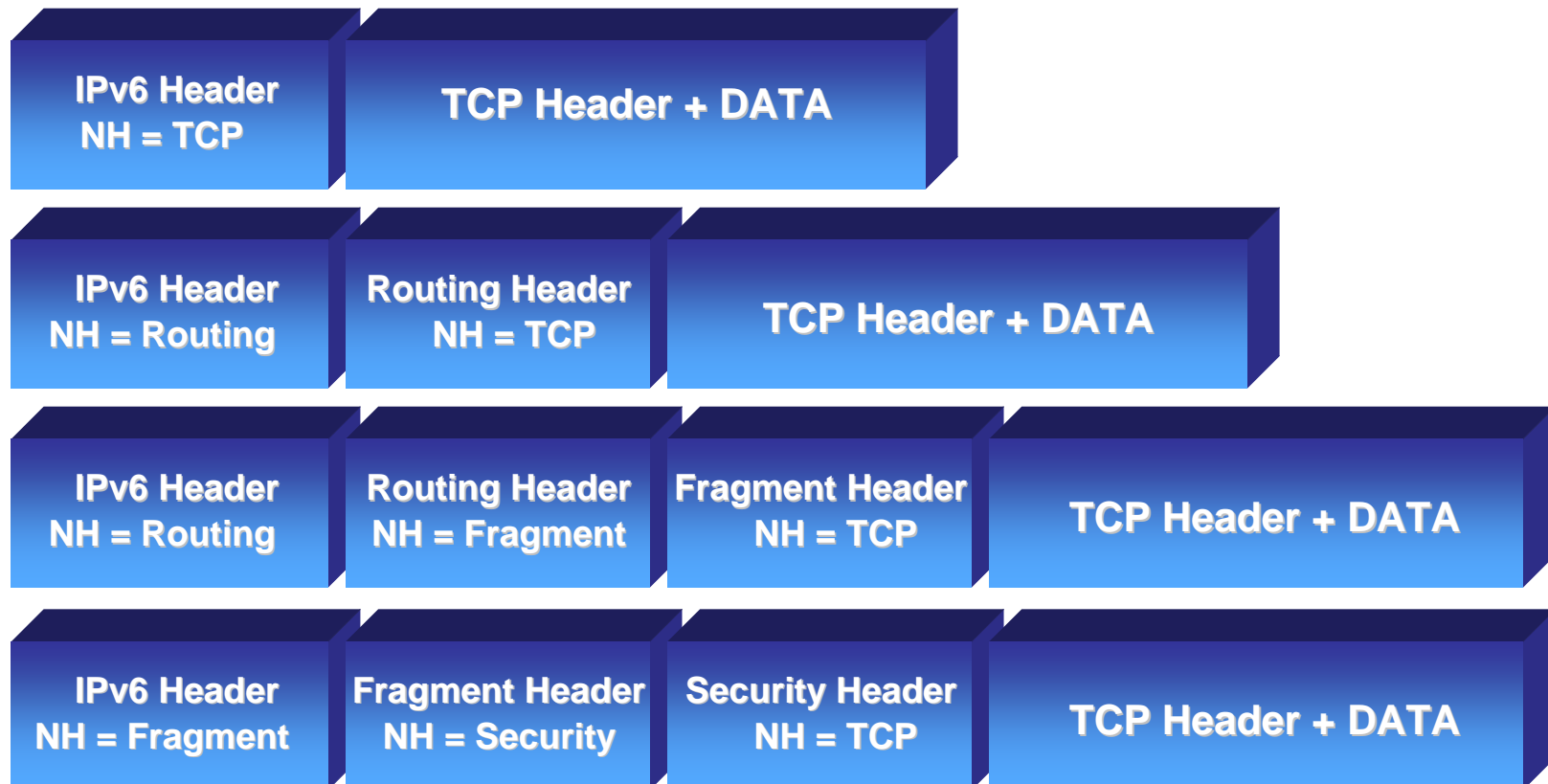
- **Seguridad:**
  - Soporte autenticación/cifrado obligatorio (IPSEC)
- **Autoconfiguración:**
  - Muy mejorada. Soporte para “configuración cero”
- **Movilidad:**
  - Soluciona problemas importantes de MIPv4
  - Mejora de la eficiencia y seguridad

# Formato Cabeceras: IPv4 vs. IPv6



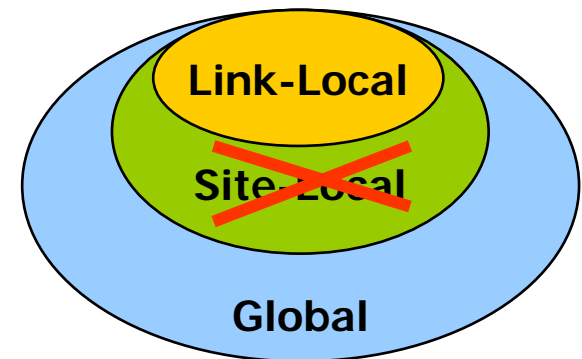
# Formato Datagrama IPv6

- **Ejemplos:**




# Modelo de Direccionamiento IPv6

- **Direcciones de 128 bits**
  - Más de  $10^{38}$  direcciones posibles
  - Más de 1500 direcciones por  $m^2$  teniendo en cuenta las pérdidas por asignación jerárquica –y siendo pesimista- (C. Huitema)
- **Direcciones asignadas a interfaces**
- **Múltiples direcciones por interfaz**
- **Las direcciones tienen ámbito**
  - Link-Local, ~~Site-Local~~, Global
- **Nuevas direcciones **Anycast**:**
  - **Unicast**: hacia un sistema
  - **Multicast**: hacia todos los pertenecientes a un grupo
  - **Anycast**: hacia más cercano de los pertenecientes a un grupo
- **Desaparece la difusión (Broadcast)**





## Modelo de Direccionamiento IPv6 (II)

- **Estructura de las direcciones:**
  - Dirección IPv6 = Prefijo + Id. de Interfaz
- **Separación entre “quién eres” y “dónde estás conectado”**
  - Prefijo: depende de la topología de la red
  - Identificador de Interfaz: identifica a un nodo
- **Ejemplo:**
  - **2001:db8:4:3:250:4ff:fe5c:b3f4**  


Prefijo (64 bits)      Id. de Interfaz (64 bits)
- **¿No está sobredimensionado el identificador de interfaz?**
  - Facilidad de autoconfiguración a partir de direcciones MAC
  - Dificulta los ataques sistemáticos (“address/port scanning”)



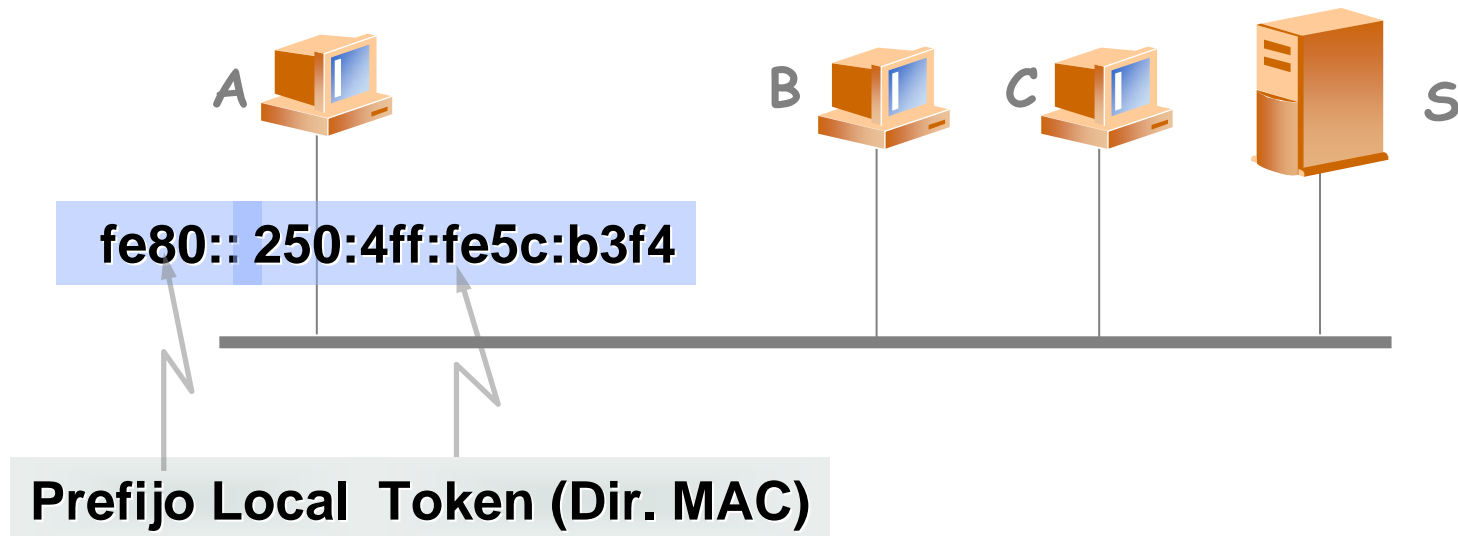
[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Autoconfiguración en IPv6

- **Objetivo:**
  - minimizar la configuración de hosts y routers periféricos
- **Dos métodos de autoconfiguración**
  - Sin estado (stateless)
  - Con estado (DHCP, PPP): igual que en IPv4
- **Detección automática de direcciones duplicadas (DAD)**
- **Extensión de la autoconfiguración a los routers**
  - Delegación jerárquica de prefijos

# Autoconfiguración “sin estado” (I)

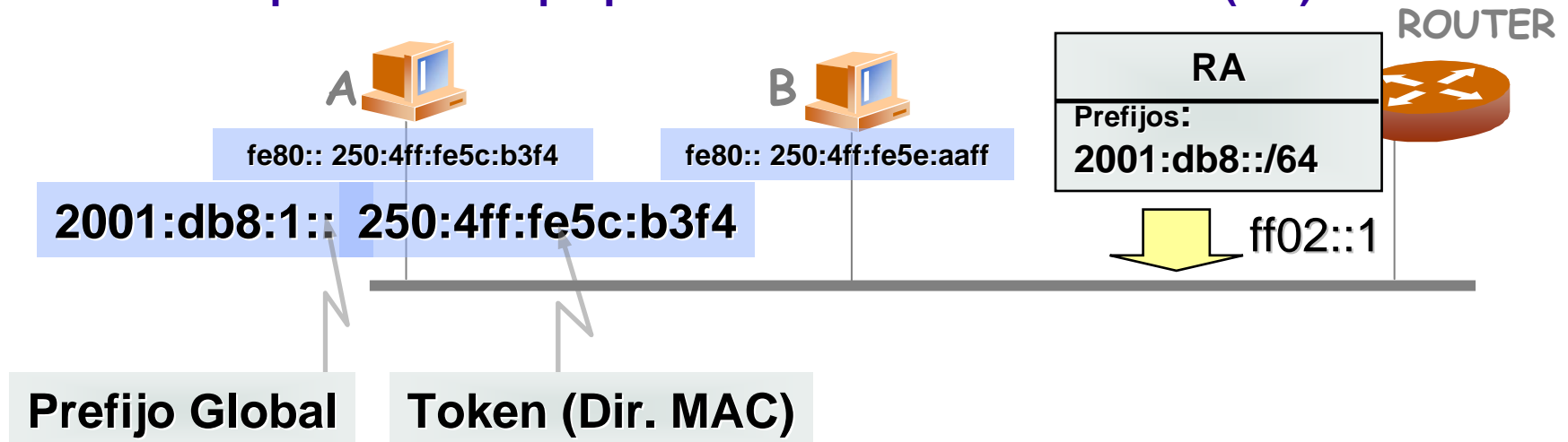
- **Arranque:**
  - Construcción de dirección de ámbito local (“Link Local”)



- **Direcciones locales:**
  - Comunicaciones dentro de subred (no se encaminan)
  - Muy útiles en redes sin routers

# Autoconfiguración “sin estado” (II)

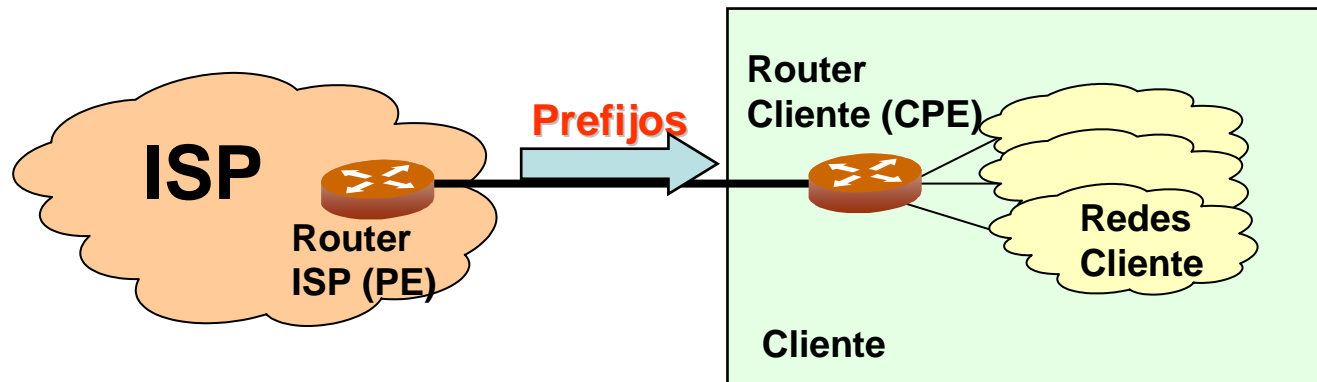
- **Direcciones Globales:**
  - Envío periódico de paquetes “Router Advertisement (RA)”



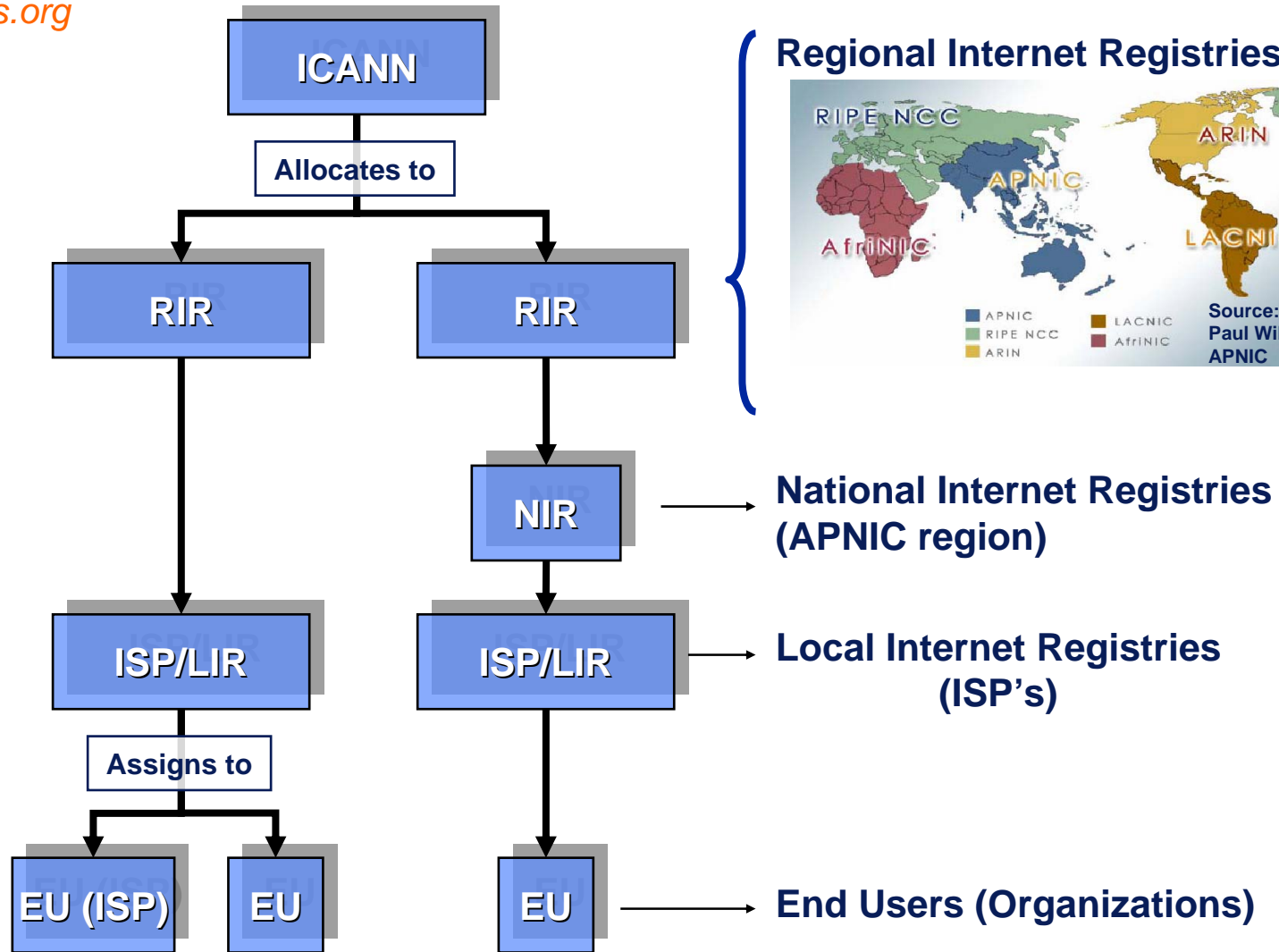
- **Pendiente definición método de adquisición de la dirección del servidor de DNS**
  - Varias propuestas: dir. Anycast conocida, **Stateless DHCP**, etc
- **Extensiones para garantizar privacidad:**
  - identificadores de interfaz aleatorios

# Delegación de Prefijos entre Routers

- Extensión de DHCP que permite a un router obtener los prefijos que debe anunciar
  - Routers periféricos sin configuración



# Asignación de Direcciones en Internet (I)





[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

## Asignación de Direcciones en Internet (II)

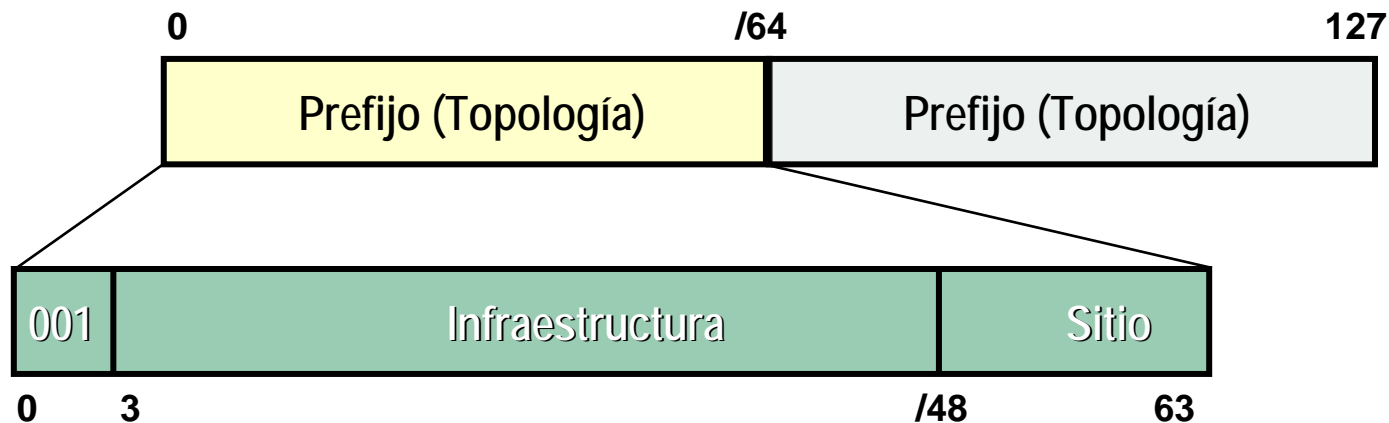
- **ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)** es la organización que:
  - Coordina la asignación de nombres, direcciones IP y otros identificadores utilizados en protocolos (ej: puertos)
  - Coordina el sistema de servidores DNS raíz
- **ICANN delega rangos de direcciones a los RIR:**
  - **APNIC (Asia-Pacific Network Information Centre)**
  - **ARIN (American Registry for Internet Numbers)**
  - **LACNIC (Latin-American and Caribbean IP Address Registry)**
  - **RIPE NCC (Réseaux IP Européens)**
  - **AfriNIC (African Regional Internet Registry)**
- **Los RIR asignan directamente rangos a ISPs o usuarios finales (organizaciones)**
  - En el caso de APNIC se hace a través de los registros nacionales (NIR)



www.6sos.org

# Política de Asignación de Direcciones IPv6

- Basada en la experiencia del 6BONE (desde 1996)
- Reciente revisión de los mecanismos de asignación de direcciones
- Nueva política en vigor desde mayo del 2002
- Estructura de direcciones globales (prefijo 2001::/3)







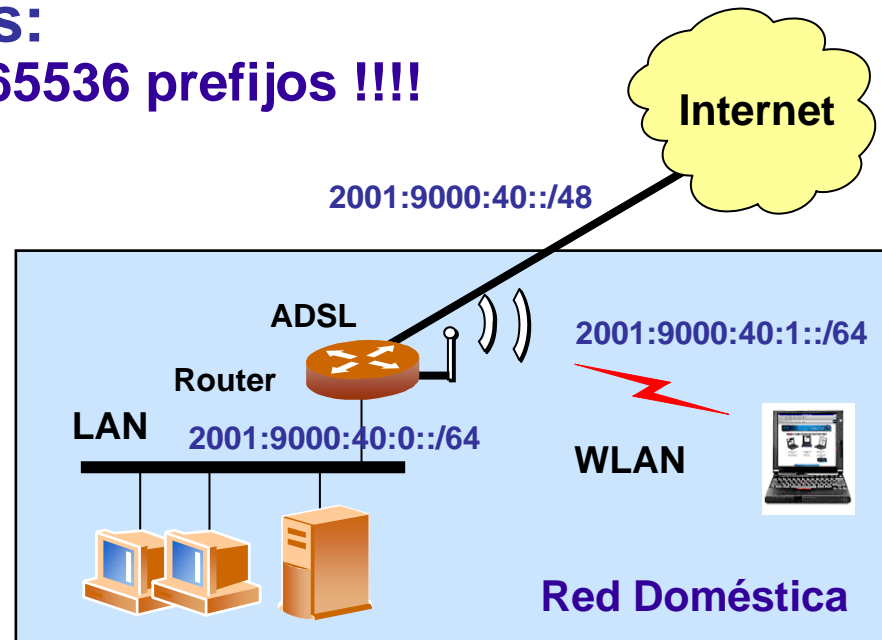
[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Criterios de Asignación

- **Asignación a LIRs (ISP): /32**
  - Asignado a ISPs que tengan previsto conectar más de 200 redes finales (End Sites) en 2 años
  - Ej: RedIRIS: 2001:0720::/32; TTD: 2001:0800::/32
- **Asignación a Redes Finales (End Sites):**
  - En general: /48 (16 bits libres para subredes)
    - Grandes y pequeñas empresas
    - Redes domésticas
  - Cuando exista sólo una subred: /64
    - Redes móviles (coches) o teléfonos con interfaces de red adicionales (WLAN o Bluetooth)
  - Cuando exista sólo un sistema: /128
    - Conexión PPP

# Ejemplo Red Doméstica

- **Requisito:**
  - 2 prefijos /64 para LAN y WLAN
- **Asignamos:**
  - /48 = ¡!!! 65536 prefijos !!!!



- ¿Estamos despilfarrando de nuevo las direcciones?



[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

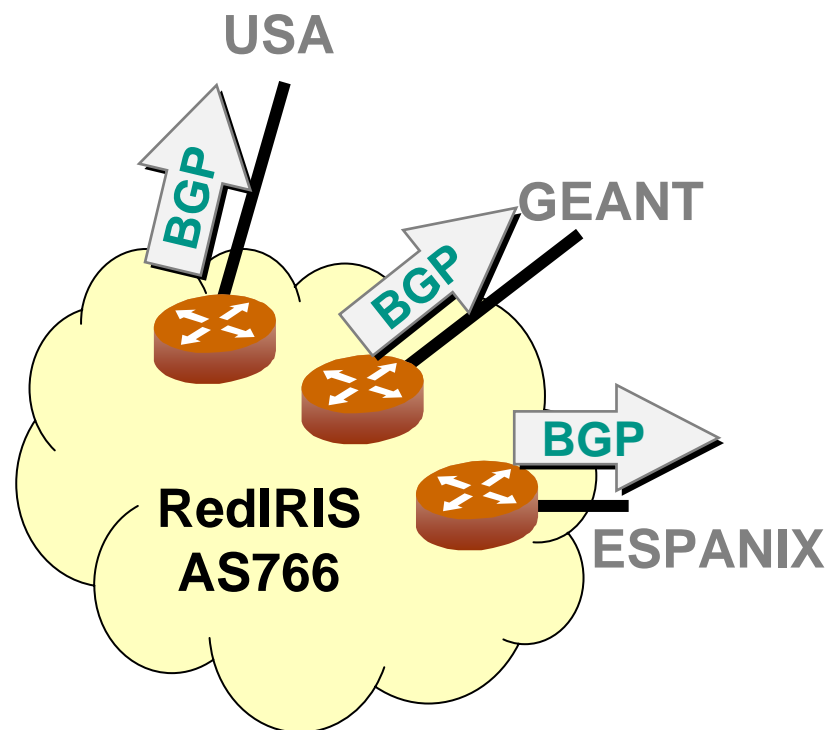
# ¿Despilfarro de Direcciones?

- **Cientos de nuevos dispositivos en el futuro**
  - ¿Serán IP? ¿Necesitaré tantas subredes distintas? ¿Cómo será una red doméstica dentro de 10 años?
- **Hay más de 35 billones de prefijos /48 posibles**
- **Teniendo en cuenta las pérdidas por asignación:**
  - Estimación pesimista: 178.000 millones de prefijos
- **La uniformidad en los prefijos (/48):**
  - Facilita la gestión y delegación de direcciones
  - Abarata los costes de gestión de direcciones
  - Facilita el cambio de proveedor y el reenumerado
  - Compromiso: consumo de bits vs. facilidad de gestión
- **En definitiva, estamos desplegando las direcciones en los lugares en los que se necesitarán**
  - Pongamos conectividad y direcciones IP y ya veremos cómo y cuando se utilizarán...

# Ejemplo SA: RedIRIS

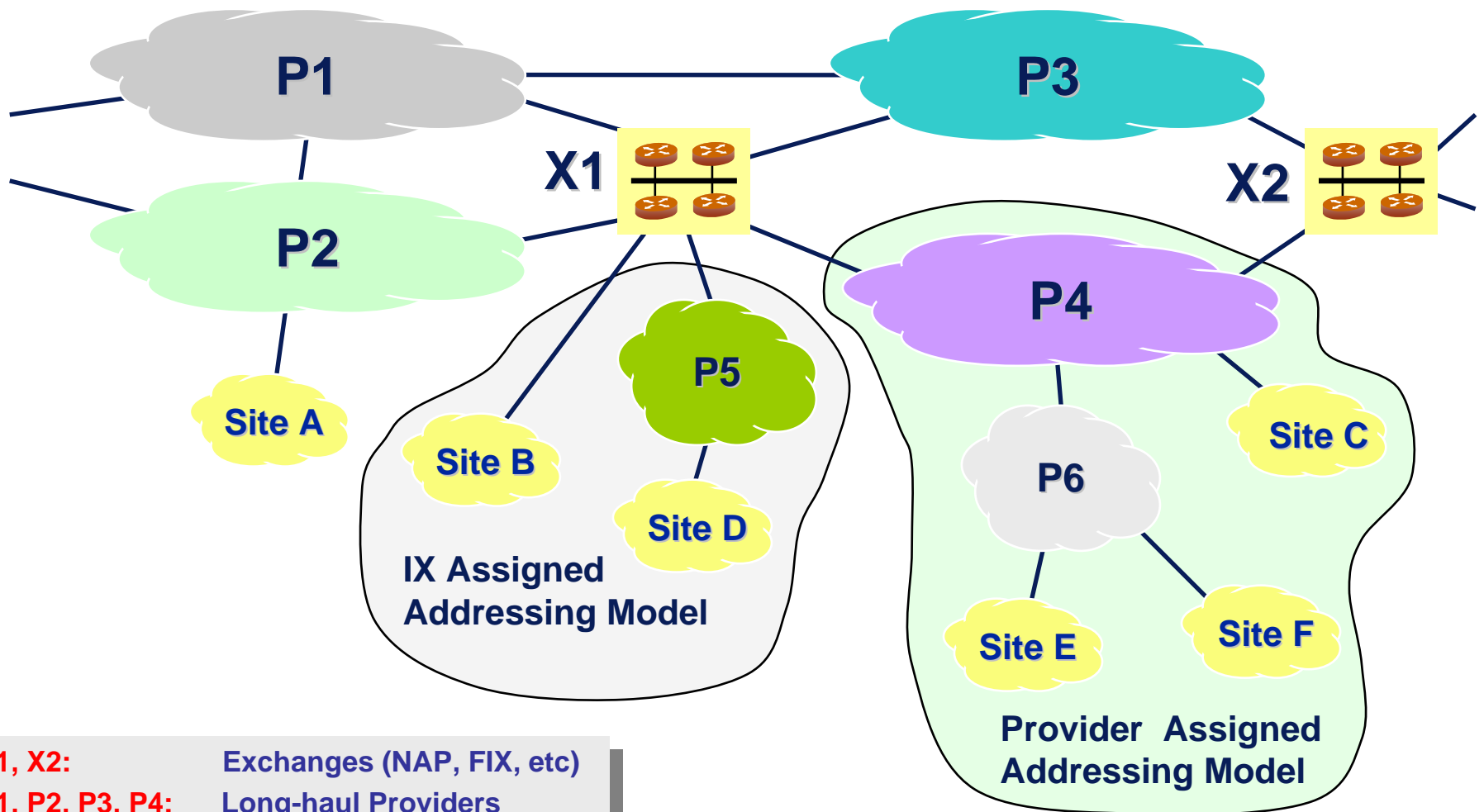
- Proveedor de Internet para Universidades y Centros de Investigación nacionales
- Sistema Autónomo AS766
- ¿Qué prefijos anuncia RedIRIS mediante BGP?

- Consulta whois de RIPE ([www.ripe.net/whois](http://www.ripe.net/whois)):
  - -i origin AS766
- Respuesta: 130.206.0.0/16, 138.4.0.0/16, 138.100.0.0/16, 139.191.152.0/21, ...¡más de 40 prefijos!



- El sistema actual **NO** es escalable

# Modelo de Encaminamiento IPv6



**X1, X2:** Exchanges (NAP, FIX, etc)  
**P1, P2, P3, P4:** Long-haul Providers  
**P5, P6:** Regional Providers



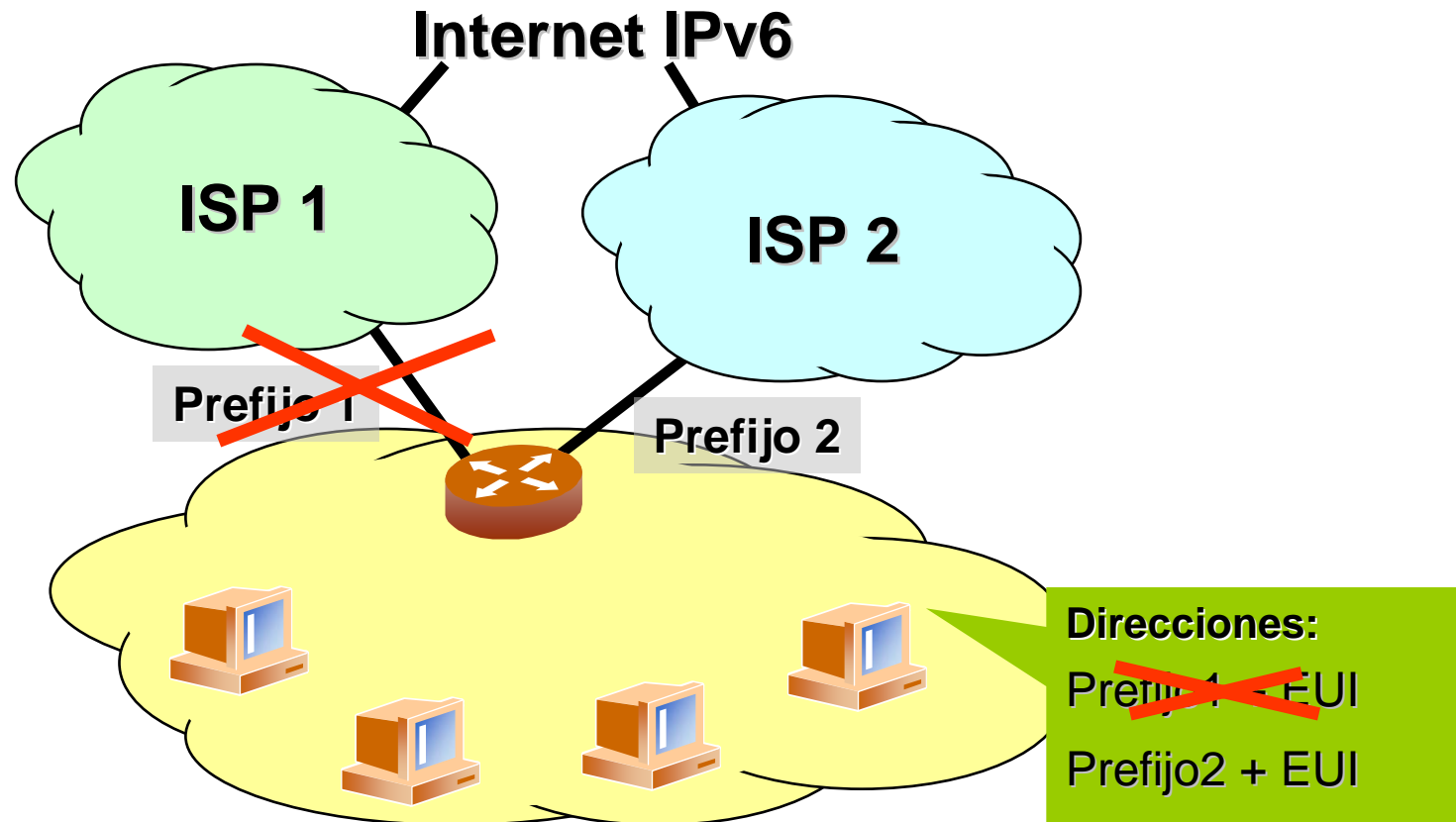
[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Modelo Encaminamiento IPv6

- **Modelo jerárquico:** las direcciones dependen estrictamente de la topología de la red.
- **Dos tipos de Agregaciones:**
  - **Por Proveedor:** direcciones asignadas del rango de cada proveedor.
  - **Por Punto de Intercambio (Exchange):** las direcciones dependen del punto al que nos conectamos
- **Consecuencia:** Si cambiamos de proveedor o de punto de intercambio, es necesario **RENUMERAR** la red. (Si el proveedor de nuestro proveedor cambia también deberemos reenumerar).

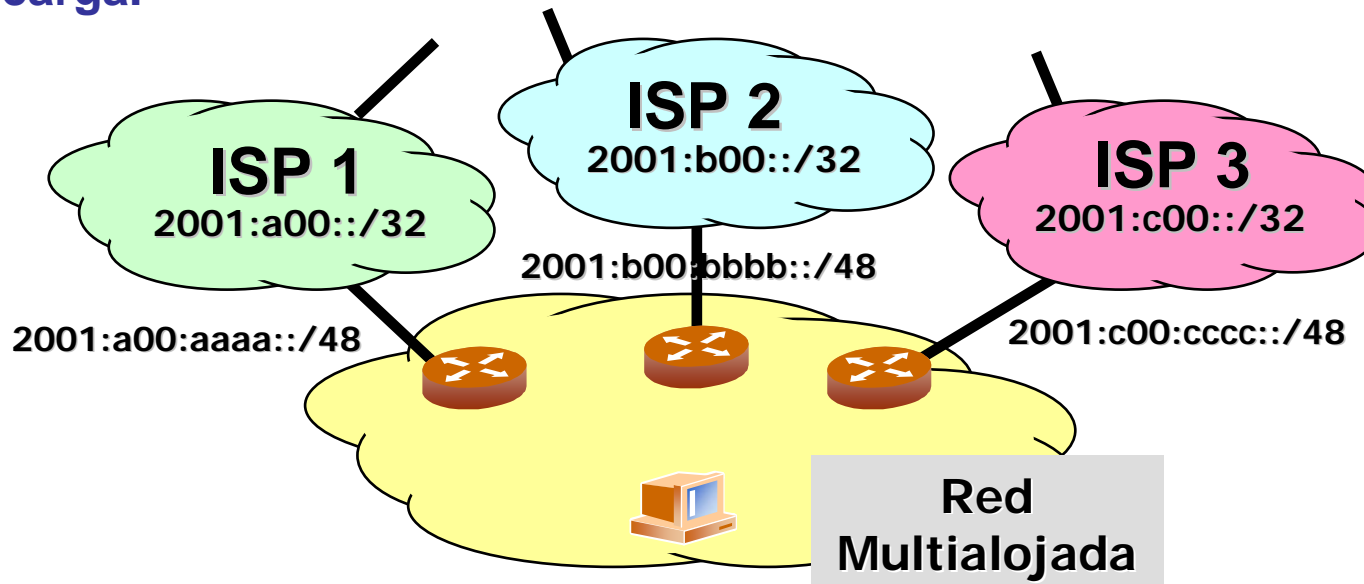
# Renumerado de Redes IPv6

- Escenario Típico: Cambio de proveedor (ISP)



# Multihoming

- **Red multialojada (Multihomed Site):** red conectada a varios proveedores (ISPs) simultáneamente, con el objeto de proporcionar fiabilidad o balanceo de carga.



- **Funcionalidad muy demandada**
- **El modelo jerárquico de IPv6 imposibilita soluciones IPv4**
- **Soluciones:**
  - Basadas en hosts (sistemas finales gestionan múltiples direcciones globales)
  - Basadas en routers (sistemas finales con dirección global única)





[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Conclusiones

- **IPv6 aporta soluciones a los problemas de crecimiento de Internet.**
- **Incorpora funcionalidades que mejoran su comportamiento en aspectos como seguridad, movilidad, autoconfiguración, etc.**
- **Vuelta a los orígenes: modelo extremo a extremo**
- **Reduce la complejidad y el coste de gestión de las redes IP:**
  - **IPv4 + Parches (NAT, todo-sobre-HTTP, etc) = Complejidad de gestión**
  - **Elimina costes ocultos (y no tan ocultos :-)**
  - **Simplifica enormemente la gestión de direcciones**
- **IPv6 es un protocolo maduro, aunque existen cuestiones no resueltas todavía:**
  - **Multihoming, anycast, semántica id. fujo, escenarios de transición, etc**
- **IP es la infraestructura básica de Internet**
  - **Debe estar disponible para permitir la innovación en los servicios**
- **¿Existirá alguna vez la “killer application” para IPv6?**
  - **...aunque no exista ¡¡IPv6 seguirá siendo una necesidad!!**



[www.6sos.org](http://www.6sos.org)

# Gracias por su atención

Visite nuestro web:  
<http://www.6sos.org>