

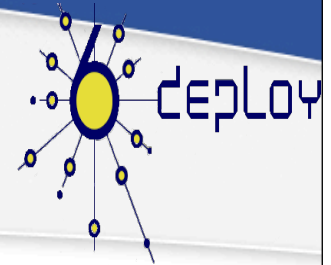
# Planificando IPv6

Roque Gagliano  
[roque@lacnic.net](mailto:roque@lacnic.net)

LACNIC



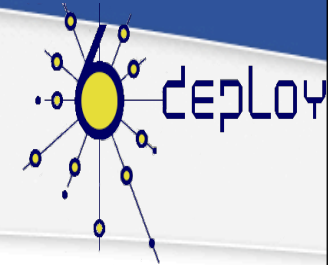
# Agenda



- ◆ IPv4 o IPv6.
- ◆ Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.
- ◆ El día después al agotamiento de IPv4.



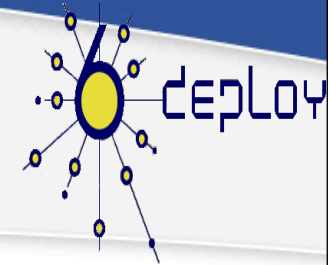
# Agenda



- ◆ **IPv4 o IPv6.**
- ◆ **Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.**
- ◆ **El día después al agotamiento de IPv4.**



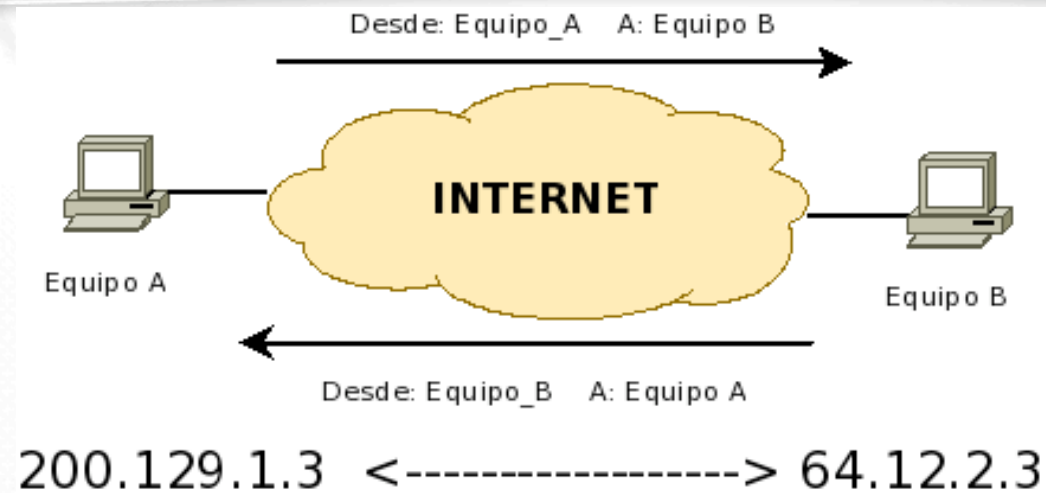
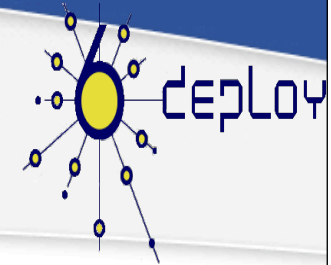
## Algunos conceptos previos.



- ◆ IPv4 e IPv6 no son compatibles “on the wire”, terminamos con dos redes para administrar y desarrollar.
- ◆ Un nodo que sólo implementa IPv4 no puede comunicarse con un nodo que sólo implementa IPv6.
- ◆ IPv6 no sustituye a IPv4, ambas van a coexistir por décadas.
- ◆ IPv6 es la evolución de IPv4, no una revolución.



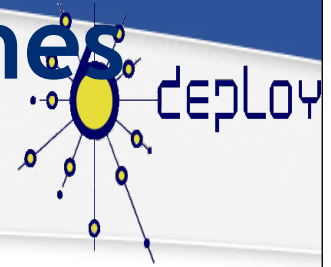
## Direcciones IPv4: El mundo hasta ahora.



- Hasta ahora usábamos direcciones de 32 bits con notación decimal fácil de usar.
- En general una única dirección para cada terminal.
- Dos categorías: Direcciones privadas y públicas.



# Distribución de direcciones IP (1).



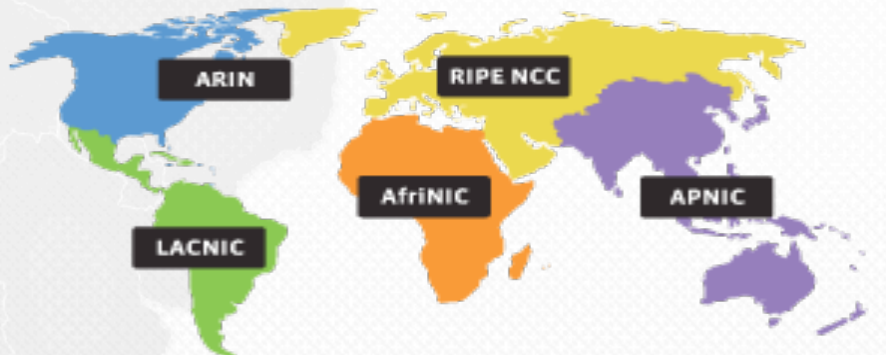
Pool Global



Internet Assigned Numbers Authority

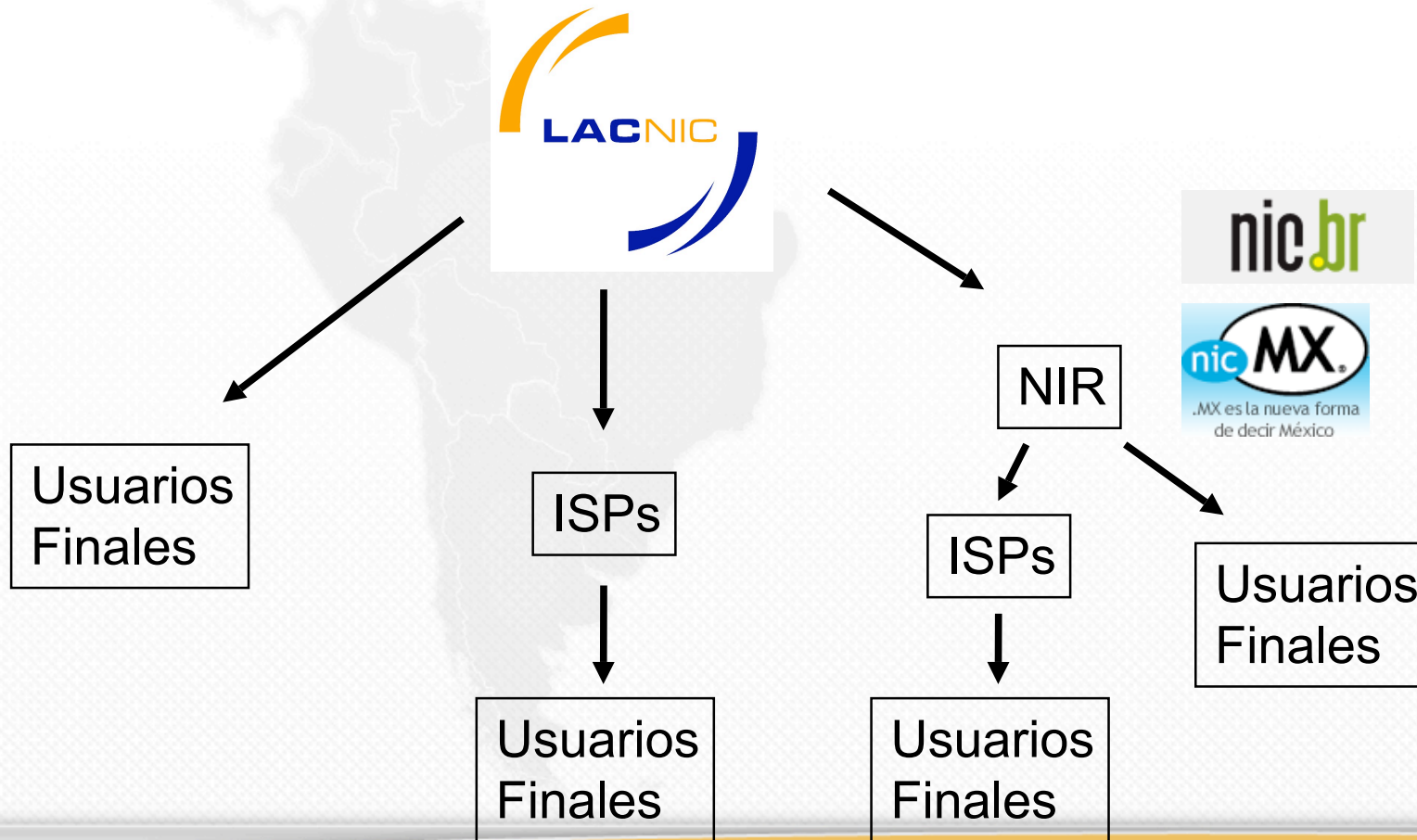


Registros Regionais (RIRs)



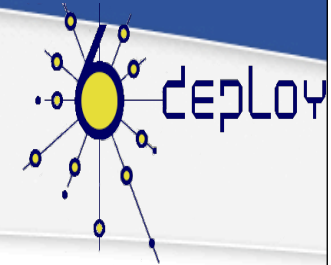


# Distribución de direcciones IP (2)





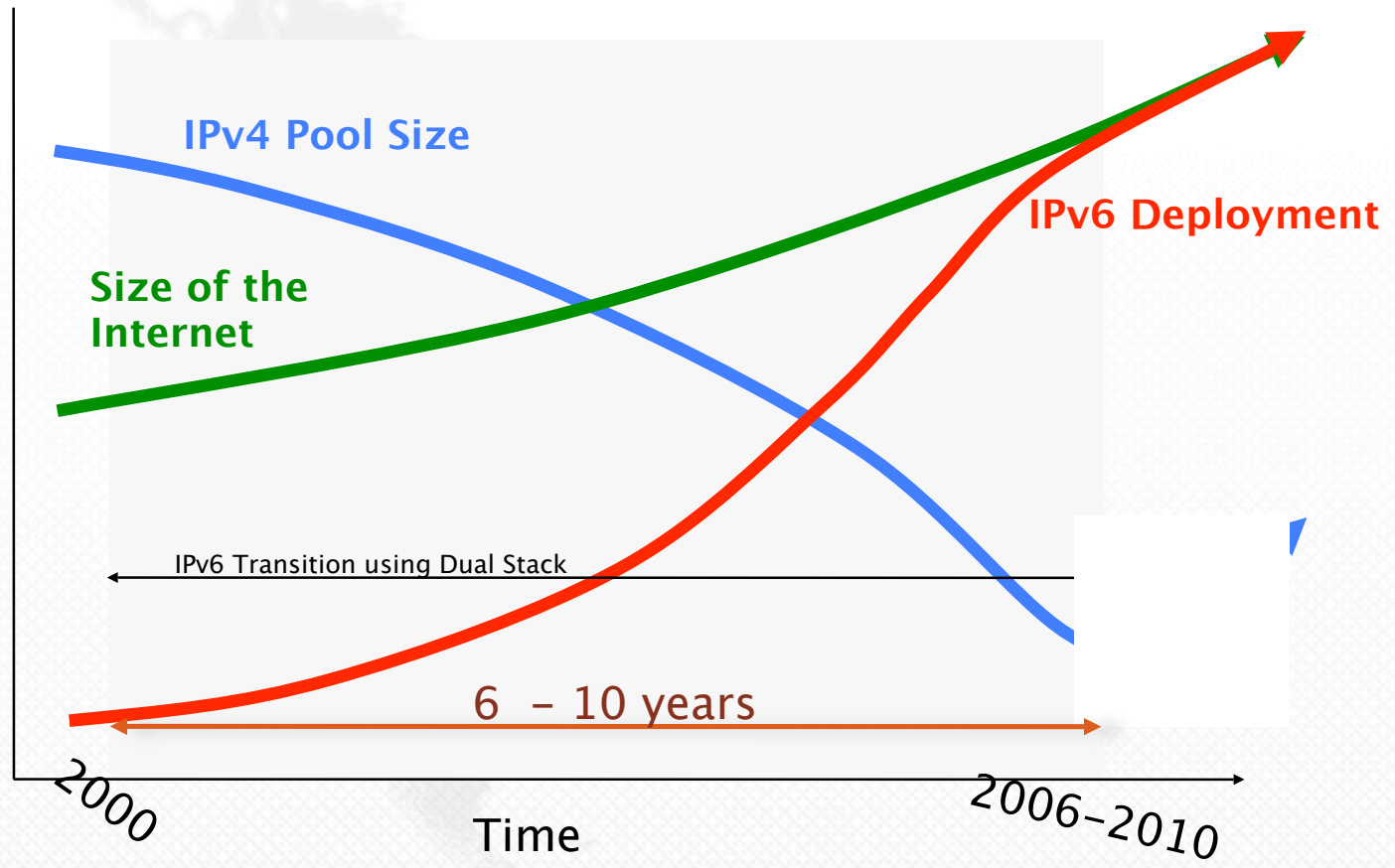
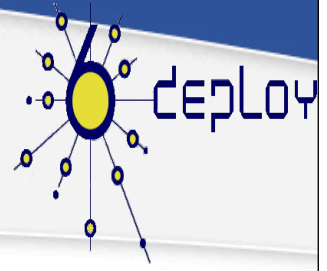
## El Agotamiento de IPv4 (1).



- ◆ IPv4 tiene 4.3 billones de direcciones posibles, pero no todos están disponibles.
- ◆ Las distribuciones iniciales de direcciones no tuvieron en cuenta el éxito futuro de la red.
- ◆ A comienzos de los 90 ya comenzaron los trabajos para una nueva versión del Protocolo IP.
- ◆ En 1993 surge CIDR y después NAT. El final del IPv4 se posterga.



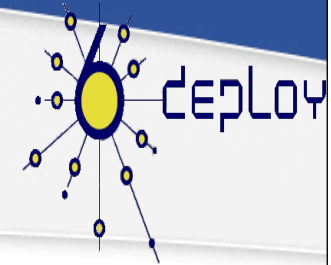
# IPv6 - El Plan Hace 10 años.



Fuente: Geoff Huston - APNIC



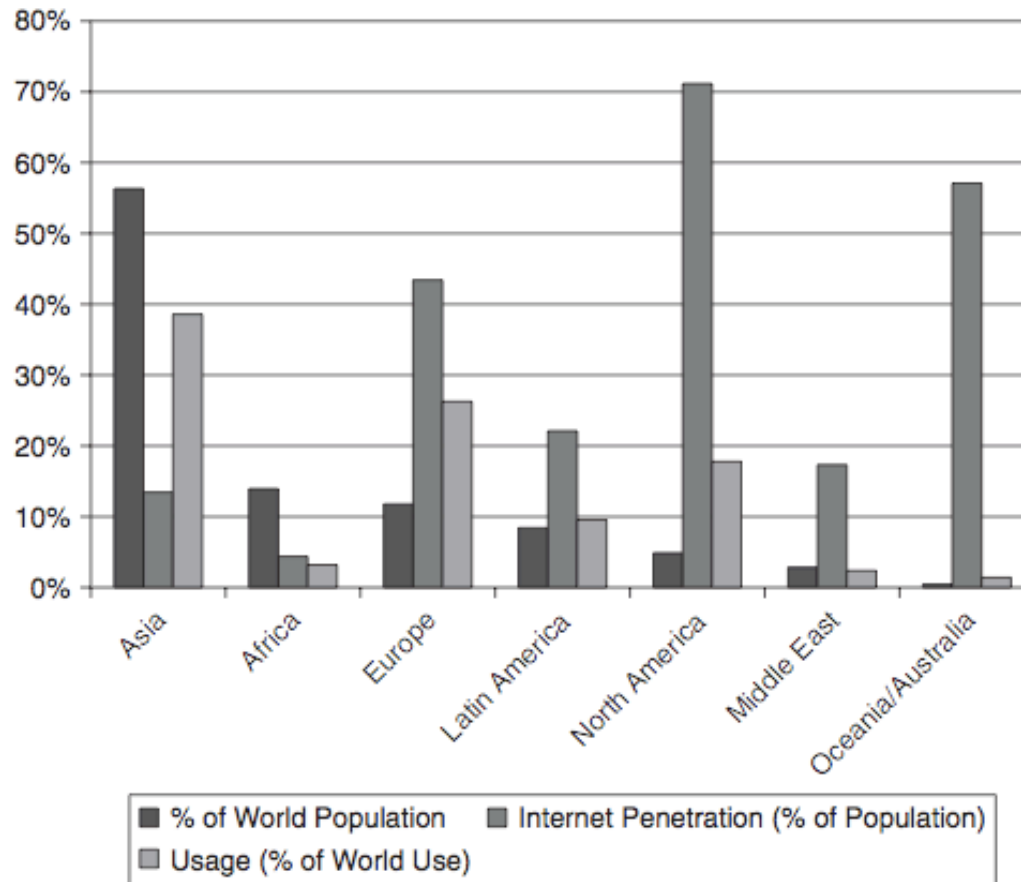
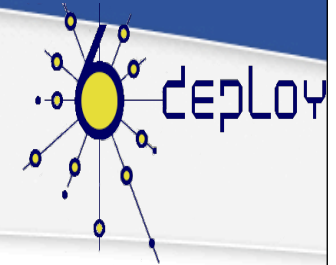
## ¿Qué Pasó entonces?



- ◆ Gracias a NAT y a CIDR la red pudo crecer sin necesidad de implementar IPv6.
- ◆ Las empresas no tuvieron que invertir en adoptar IPv6.
- ◆ La crisis del 2000 en la industria.
- ◆ Conclusión: IPv6 no despegó.



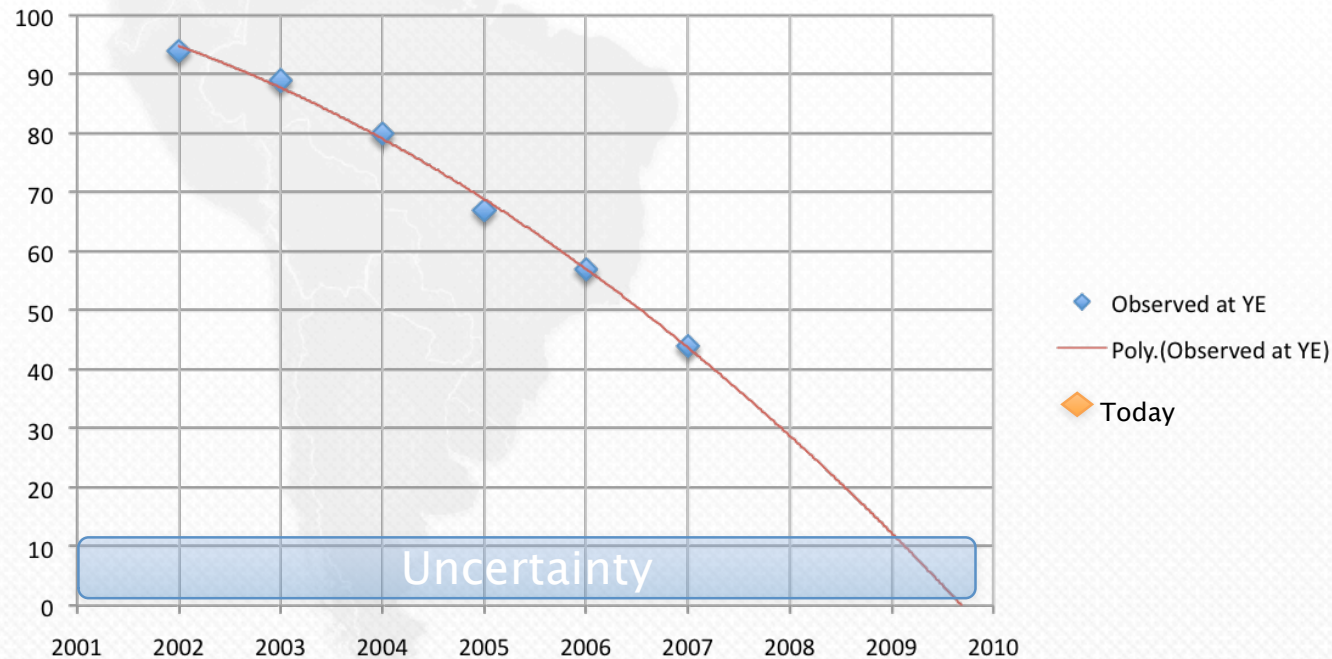
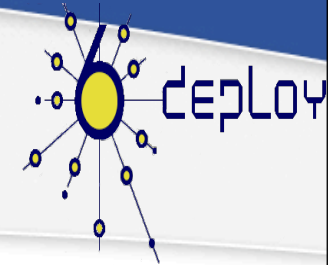
# Penetración de Internet.



fuelle: <http://www.internetworldstats.com>



# ¿entonces el problema es...?(2)

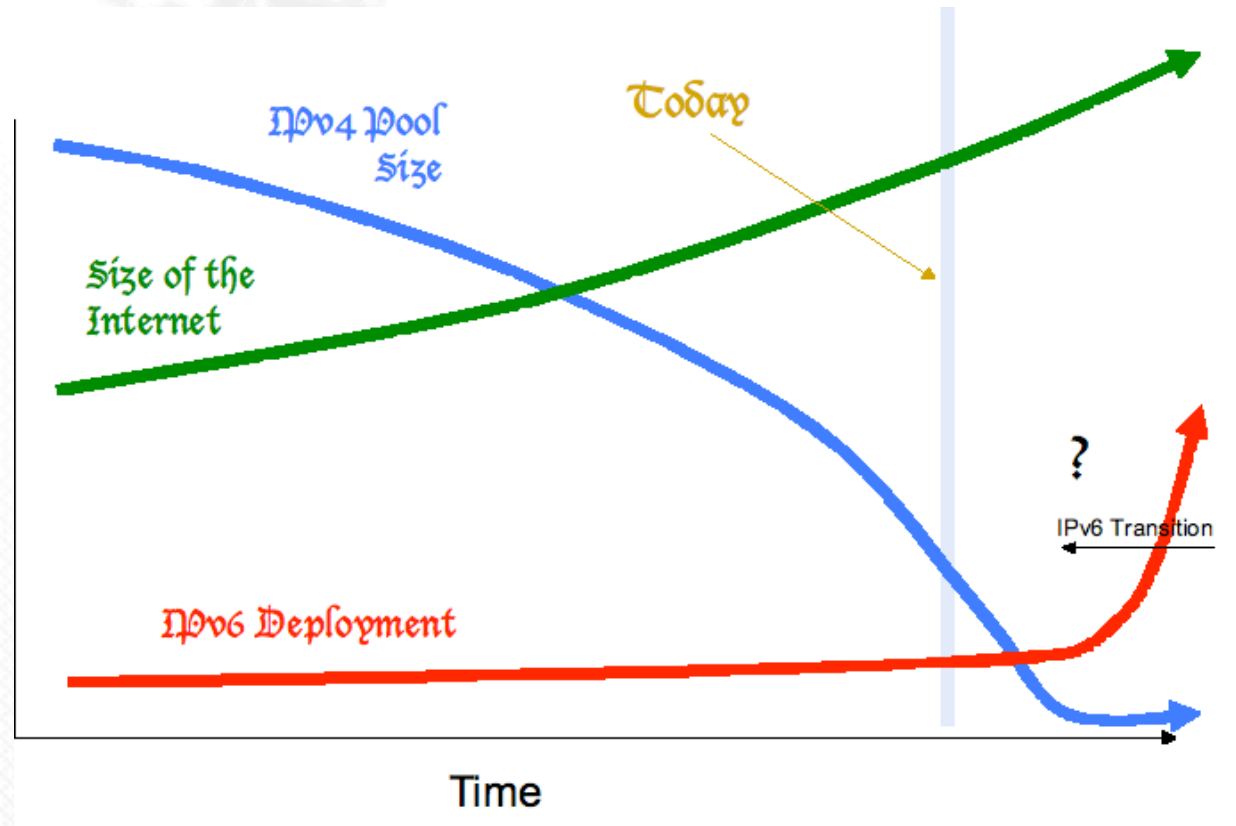
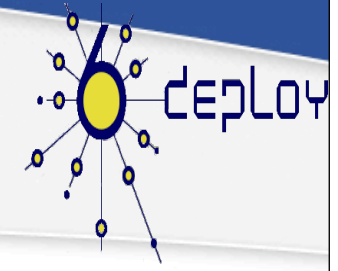


Otras previsiones hablan de principios del 2010...

Fuente: Alain Durand, Comcast.



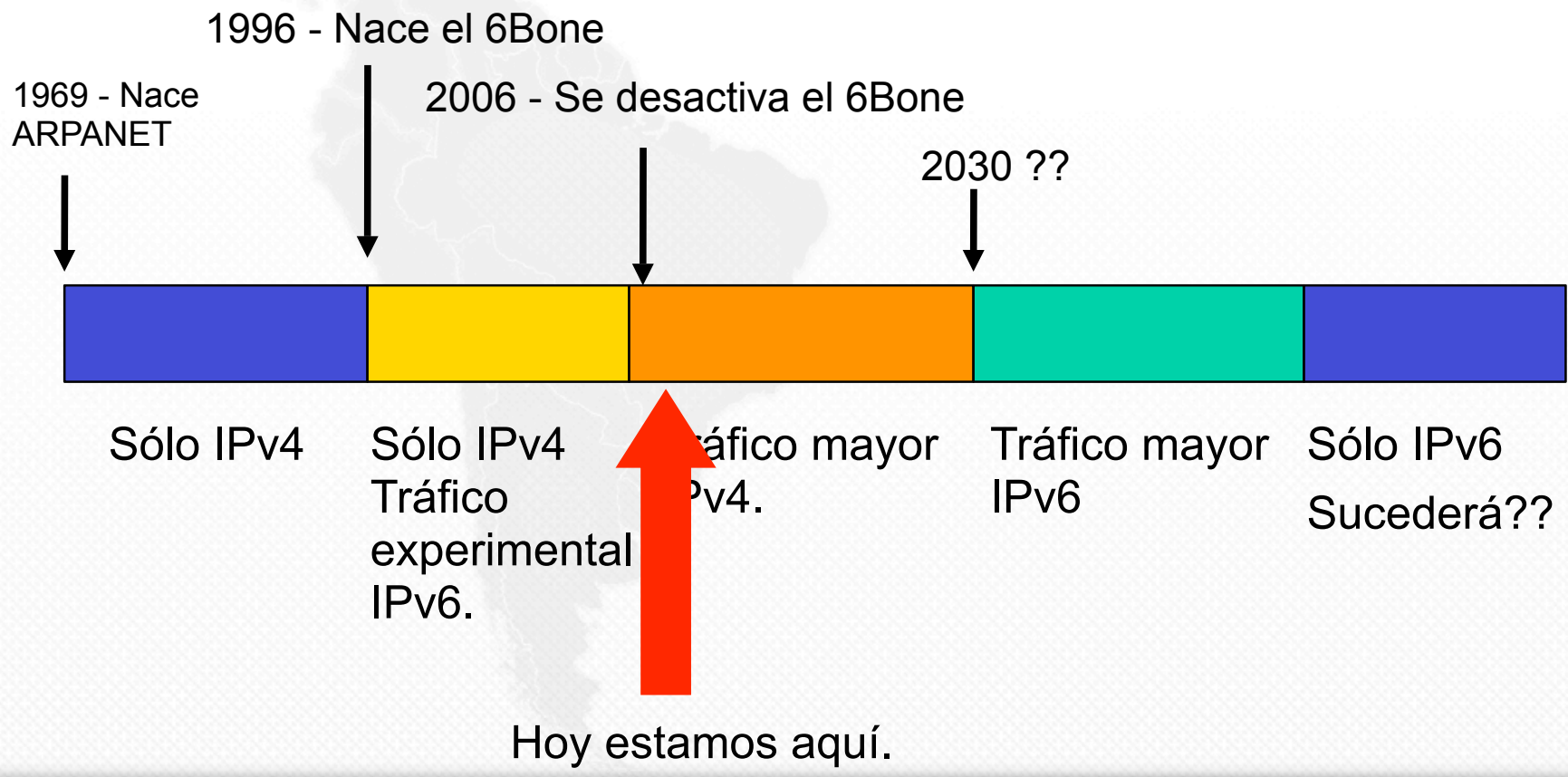
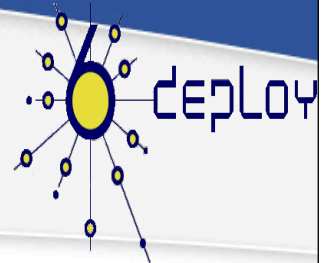
# El nuevo Plan:



Fuente: Geoff Huston - APNIC

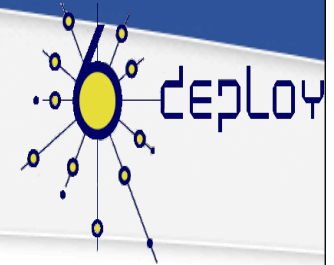


# El nuevo Plan:





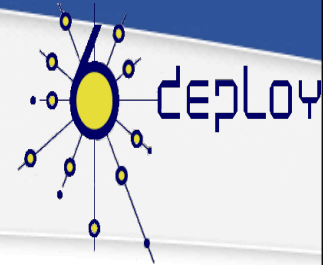
# Emocionómetro:



Fuente: Geoff Huston - APNIC



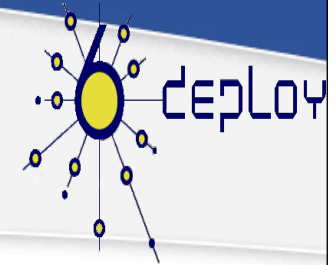
# Planificación.



**Bien, estoy convencido, ahora ayudame a entender cómo planifico la implementación de IPv6.**



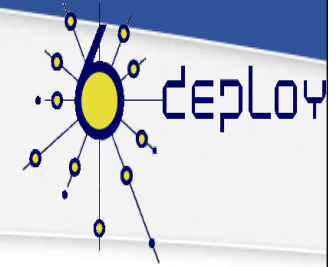
# Planificación IPv6.



1. Pre-Proyecto.
2. Diseño:
  - **Direccionamiento.**
  - **Encaminamiento.**
  - **Servicios.**
  - **Capacitación.**
  - **Transición.**
3. Implementación

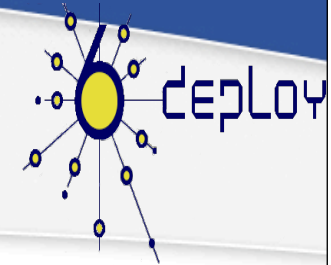


## Pre-diseño.



- ◆ **Etapas:**
  - ◆ **Informarse.**
  - ◆ **Relevamiento del Impacto:**
    - ◆ Trazado de Objetivo.
    - ◆ Inventario.
    - ◆ Conectividad.
    - ◆ Capacitación.
  - ◆ **Primera Experiencia.**
  - ◆ **Conseguir Apoyo Interno.**

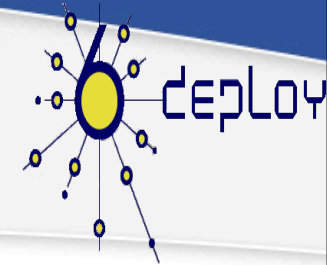
- ◆ **Es el primer paso.**
- ◆ **Consiste en reunir un grupo de personas (generalmente técnica) para entender la tecnología.**
- ◆ **Lo están haciendo ustedes hoy aquí.**
- ◆ **Fuentes de información:**
  - ◆ **Libros, manuales, material de vendedores, howto, tutoriales, presentaciones, cursos, etc.**



- ◆ **IPv6 Essentials - Silvia Hagen. ISBN: 0596100582.**
- ◆ **Deploying IPv6 Networks - Ciprian Popoviciu - ISBN: 1587052105.**
- ◆ **Running IPv6 - Iljitsch van Beijnum - ISBN: 1590595270.**
- ◆ **IPv6 in Practice - Benedikt Stockebrand - ISBN: 3540245243.**
- ◆ **Understanding IPv6 (Microsoft) - Joseph Davies - ISBN: 0735624461.**
- ◆ **Global IPv6 Strategies: From Business Analysis to Operational Planning (Network Business) - Patrick Grossetete - ISBN: 1587053438.**



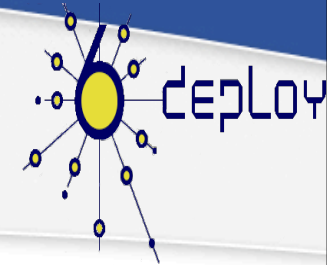
## Materiales Vendedores.



- ◆ Sirve por dos factores:
  - ◆ **Muestran cuáles equipos ya soportan IPv6 o actualizaciones de software necesarias.**
  - ◆ **Educen sobre configuraciones a realizar.**
- ◆ Muchas veces el problema es la falta de capacitación en el tema por parte de los representantes/integradores.



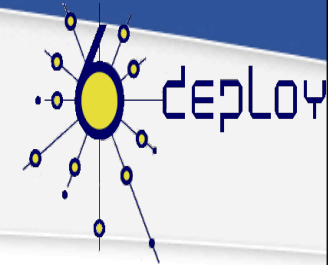
## Howto / Manuales



- ◆ Muchos “Howto” para Software Libre, Windows, etc.
- ◆ Algunos ejemplos:
  - ◆ <http://tldp.org/HOWTO/Linux+IPv6-HOWTO/>
  - ◆ <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/IPv6-HOWTO/IPv6-HOWTO.html>
  - ◆ [http://wiki.openwrt.org/IPv6\\_howto](http://wiki.openwrt.org/IPv6_howto)
  - ◆ <http://technet.microsoft.com/en-us/network/bb530961.aspx>
  - ◆ <http://www.microsoft.com/technet/network/ipv6/ipv6faq.mspx>



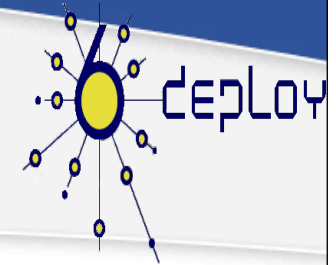
## Listas de Correos:



- ◆ LACTF: [www.lac.ipv6tf.org](http://www.lac.ipv6tf.org)
- ◆ <http://lists.cluenet.de/pipermail/ipv6-ops/>
- ◆ <http://www.ripe.net/mailman/listinfo/ipv6-wg>
- ◆ Listas tradicionales de sistemas operativos y aplicaciones.



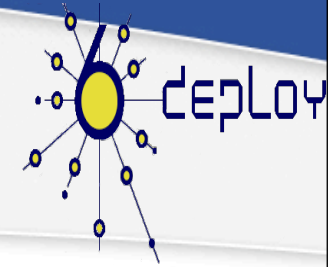
## Reuniones / Eventos.



- ◆ Reunión anual de LACNIC.
- ◆ FLIP-6.
- ◆ Global IPv6 Summit.
- ◆ IPv6 Summit Nacionales/Regionales.
- ◆ Google IPv6 Summit in YouTube.



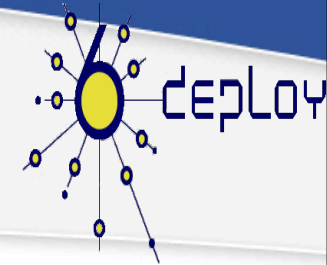
## Informarse. Conclusiones



- ◆ ¿entiendo la tecnología o tengo que buscar ayuda?
- ◆ ¿IPv6 me afecta?
- ◆ ¿podré dedicarle tiempo a la fase 2 (relevar impacto - evaluación)?



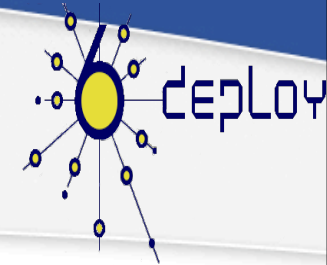
## Relevamiento de Impacto



- ◆ En esta etapa uno ya conoce lo suficiente sobre IPv6 para estudiar:
  - ◆ ¿Dónde IPv6 impacta en mi negocio?
  - ◆ ¿Qué alternativas tengo a IPv6?
  - ◆ ¿Qué entrenamiento es necesario y cuándo?
  - ◆ ¿Qué costos voy a tener?
  - ◆ ¿Qué oportunidades se abren con IPv6?
- ◆ El objetivo es realizar un documento de Pre-proyecto de forma de continuar con el proyecto IPv6.
- ◆ Pero antes, necesito tener un buen inventario de mis equipos, sistemas y servicios.



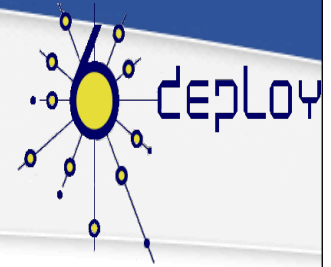
## Relevamiento de Impacto: Trazado de objetivos



- ◆ El trazado de objetivos ayuda a orientar el relevamiento del impacto.
- ◆ Ejemplo:
  - ◆ Para una empresa: Que mis terminales puedan navegar en contenido sólo IPv6 y que pueda enviar mails a servidores sólo IPv6.
  - ◆ Para un ISP: Dar servicios de conectividad pública y privada (VPN) IPv6.
  - ◆ Para empresa de hosting: Que el contenido de mis servidores sea accesible vía IPv6.



# Impacto: Sopa de Palabras



Routers

Firewalls

Aprovisionamiento

Caching

DHCP

Balance de Carga

VOIP

Gestión de Red

Gestión de Seguridad

Sistemas Operativos

Servicios Web

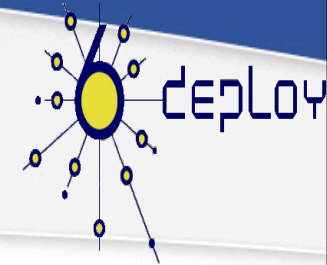
Mail

Switches

DNS



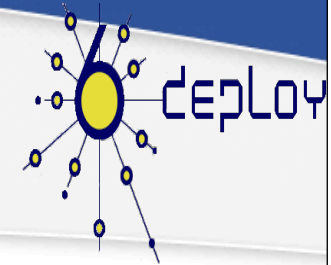
## Relevamiento de Impacto:



- ◆ Limitarse a los componentes (HW, SW y BIZZ) involucrados en alcanzar el objetivo trazado.
- ◆ Es necesario relevar los sistemas que manipulan paquetes IPv6 (ejemplo:routers, web, mail) como también aquellos que manipulan direcciones IPv6 (bases de datos, análisis de logs).
- ◆ Ejemplo: Sistema de facturación de LACNIC, sistema offline, no corre sobre IPv6, pero tiene direcciones IPv6 en su BD, necesita ampliar los campos para soportar direcciones IPv6.



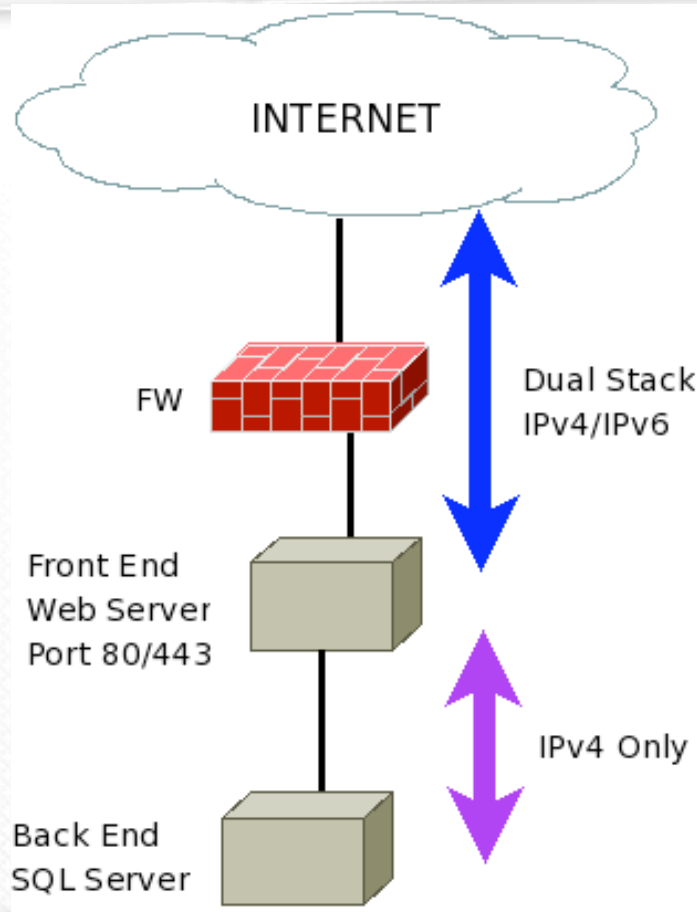
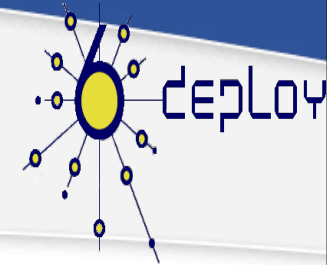
## Relevamiento de Impacto



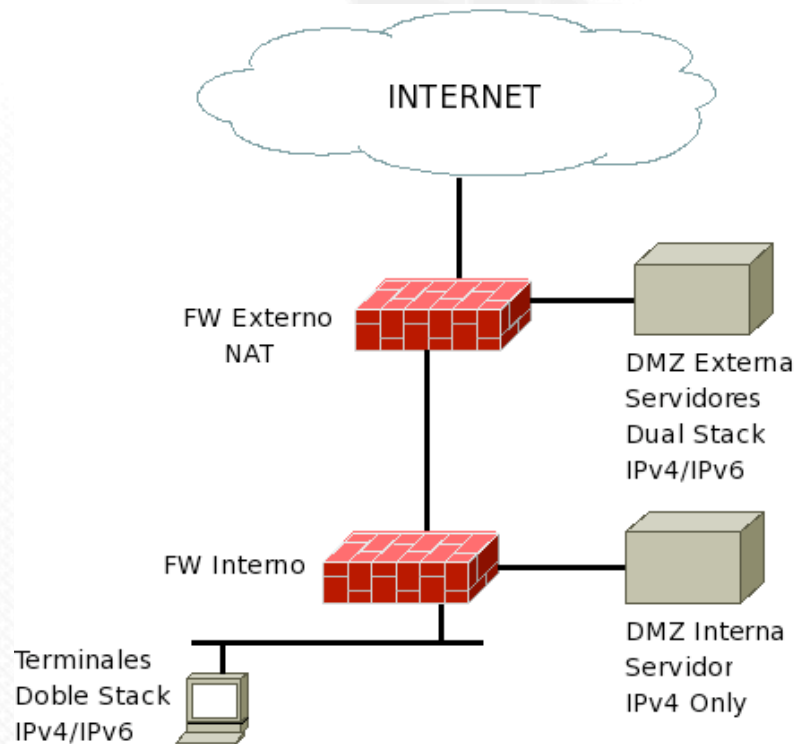
- ◆ Dado que el modelo de implementación recomendado es la doble pila, no es necesario configurar IPv6 en cada hardware/sistema.
- ◆ TIP: Sólo implementar IPv6 donde sea necesario para alcanzar las metas trazadas.  
TIP: ¿Estoy hoy comprando equipos que sé que no son compatibles con IPv6?.



## Ejemplo1: Empresa de Hosting.



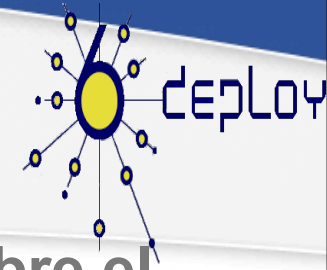
- El objetivo trazado por la empresa es brindar acceso a sus servidores a los clientes que sólo tiene IPv6.
- No necesita configurar IPv6 en las comunicaciones back-end.
- Implementarlo puede tener otros beneficios, por ejemplo en la facilidad de gestión de los servidores. Pero no era su objetivo.



- El Objetivo es dar conectividad IPv6 a las terminales y permitir acceso a servidores por IPv6.
- Hay suficientes direcciones en el espacio privado (RFC 1918) para las comunicaciones internas.
- Servidores internos aún usan sólo IPv4.



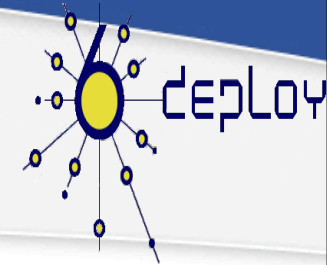
## Relevamiento de Impacto: Conectividad



- ◆ **Proveedor de Conectividad:** Debe consultar sobre el soporte IPv6 (preferentemente nativo) y si existen costos adicionales.
- ◆ Si utiliza VPN de Capa 3, debe también evaluar el soporte,
- ◆ **Proveedor de Dominios:** Debe consultar sobre soporte IPv6 y si existe costo adicional por registros AAAA.
- ◆ **Direccionamiento:**
  - ◆ Si utiliza direcciones del proveedor, debe consultar el tamaño de la asignación.
  - ◆ Si es usuario final, consultar políticas de LACNIC para ver si califica para asignaciones.



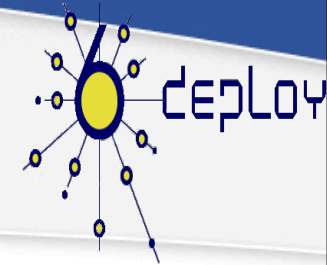
## Relevamiento de Impacto: Conectividad.



- ◆ IPv6 sobre Ethernet: RFC 2464. Ethernet Type 0x86DD.
- ◆ IPv6 sobre PPP: RFC 5072 (Protocolo 0x0057). NCP para IPv6 se llama IPV6CP (Protocolo 0x8057).
- ◆ IPv6 sobre ATM: RFC 2492. Sólo AAL5 (PVC o SVC). También se puede Usar RFC 1483 (RFC 2684) para soporte SNAP.
- ◆ IPv6 sobre Frame Relay: RFC 2590.
- ◆ IPv6 sobre IEEE1394 (Firewire): RFC 3146.



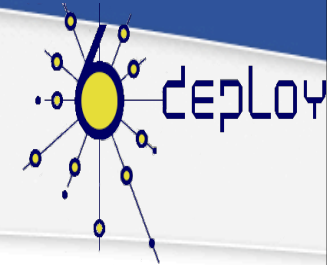
## Relevamiento de Impacto: Capacitación.



- ◆ La podemos dividir en dos:
  - ◆ **Capacitación sobre IPv6: Aspectos generales de los diferentes protocolos.**
  - ◆ **Capacitación en los sistemas específicos: Normalmente a través de los proveedores.**
- ◆ **Es importante analizar la disponibilidad de oportunidades locales.**



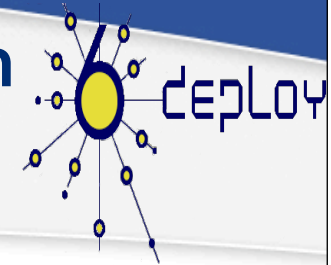
## Evaluación: Primera Experiencia.



- ◆ En general constituye en la configuración de un laboratorio.
- ◆ Puede estar conectado o no a la red en operaciones.
- ◆ Muchas veces se realizan túneles IPv6 (IPv6 sobre IPv4). Pueden requerir fragmentación intensiva.
- ◆ Proveedores de túneles:
  - ◆ <http://www.tunnelbroker.net>
  - ◆ <http://www.sixxs.net/tools/aiccu/>
- ◆ TIP: Intentar siempre túneles lo más cercano posible (en RTT).
- ◆ En esta etapa pueden pedirse direcciones a LACNIC o proveedor, luego se puede solicitar un cambio en la



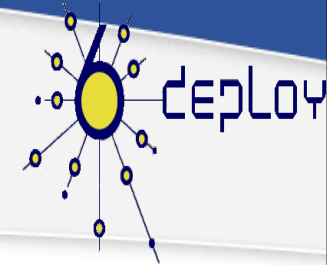
## Evaluación: Primera Experiencia en Casa.



- ◆ Equipos disponibles:
  - ◆ Apple Airport implementa 6to4.
  - ◆ Router CPE, ejemplo Cisco 827.
  - ◆ “Servidor” con Windows, linux, Xbsd.
  - ◆ Open-WRT para CPEs.
- ◆ Túneles: 6to4 o TunnelBroker.
- ◆ Seguridad: No olvidar reglas de firewall.



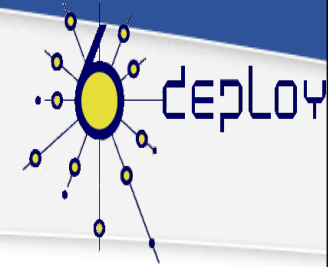
## Pre-Proyecto: Conseguir Apoyo Interno



- ◆ En la etapa anterior se elabora un documento de pre-proyecto con objetivos a alcanzar y costos (OPEX y CAPEX) de implementación.
- ◆ Hay que evaluar también el costo de oportunidad, ¿por qué ahora? ¿qué hacen mis competidores? ¿cuánto tiempo me va a llevar la implementación?
- ◆ El apoyo puede ser parcial para una implementación piloto en la red de producción. Igualmente pensarla como un implementación definitiva.



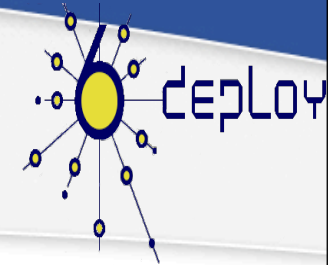
## Pre-Proyecto: Frases célebres:



- ◆ Anticiparse a los clientes.
- ◆ Mejorar escalabilidad de las soluciones.
- ◆ Innovación.
- ◆ Liderazgo.
- ◆ Guiar a los vendedores.
- ◆ Consultoría....



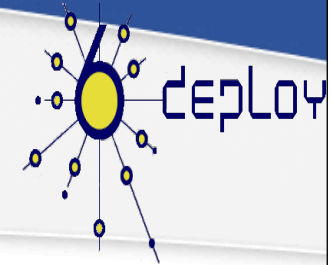
# Agenda



- ◆ IPv4 o IPv6.
- ◆ **Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.**
- ◆ Implementando IPv6.



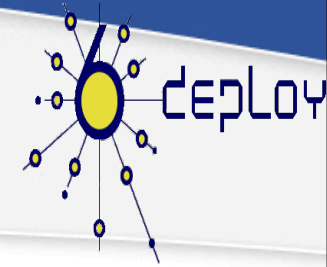
## Diseño IPv6



- ◆ **Para el diseño de la implementación IPv6 vamos a considerar los siguientes planes:**
  - **Direccionamiento.**
  - **Encaminamiento.**
  - **Servicios.**
  - **Capacitación.**
  - **Implementación.**
- **Se utiliza como base el documento obtenido en la etapa de relevamiento.**



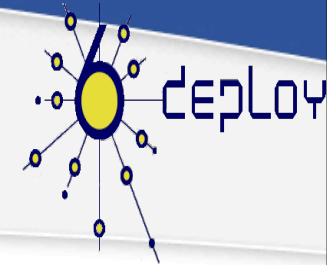
## Direcciones IPv6:



- ◆ **Clases:**
  - ◆ **Unicast.**
  - ◆ **Multicast.**
  - ◆ **Anycast.**
- ◆ **Unicast:**
  - ◆ **Global Unicast.**
  - ◆ **Link-local.**
  - ◆ **Unique Local Address (ULA)**
  - ◆ **Especiales**



## Direcciones IPv6:



- ◆ Direcciones IPv6: 128 bits en formato hexadecimal. Ejemplo:

2001:0DB8:7001:4000:CAFE:0000:0000:0003



2 Bytes

- ◆ Para cada grupo de 16 bits los ceros a la izquierda se pueden omitir:

2001:DB8:7001:4000:CAFE:0000:0000:3

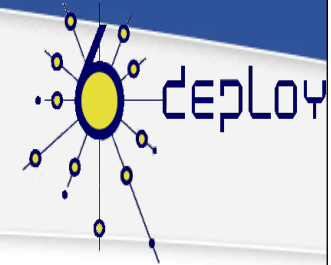
- ◆ Cadena más larga de ceros (dentro de los grupos de 16bits) se puede sustituir por ::

2001:DB8:7001:4000:CAFE::3

- ◆ Direcciones inválidas: 2001:DB8::1::1 o 2001:DB8:1:1.



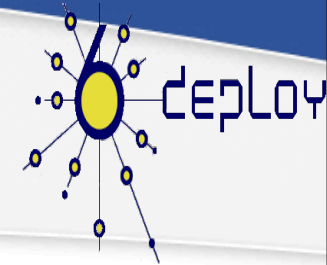
## IPv6 Global Unicast:



- ◆ Pensadas para ser alcanzables globalmente.
- ◆ 2000::/3.
- ◆ Desde la IANA a los RIRs y desde allí a los ISPs o UF.
- ◆ Espacios especiales:
  - ◆ 2002::/16 - 6to4.
  - ◆ 2001:db8::/32 - Documentación.
  - ◆ 2001::/32 - Teredo



## IPv6 Local Addresses:



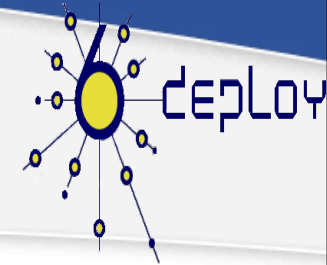
- ◆ `fe80::/10` --> link-local.
- ◆ `fc00::/7` --> ULA.
- ◆ `ffx2::/16` --> link-local multicast (recuerden no hay broadcast!). Si  $x=1$ , dirección no permanente, Si  $x=0$ , asignada por IANA.

Ej:

`ff02::1` - Todos los nodo ("all hosts") en el segmento local. Lo más parecido a un broadcast.



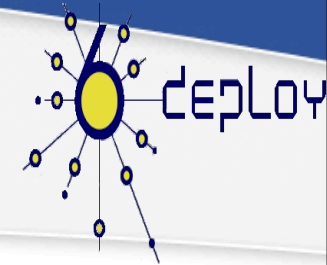
## Direcciones IPv6:



- ◆ Direcciones especiales:
  - ◆ **Loopback: `::1` (solo un uno en el bit 128).**
  - ◆ **No específica: `::` (todos ceros).**
  - ◆ **`::FFFF:0:0/96` (IPv4 mapped addresses)  
Ej:  
**`192.168.1.1 --> ::FFFF:192.168.1.1`****



## Unique-Local Addresses: ULA.



- ◆ RFC 4193 define cómo distribuir el espacio:  
 $fc00::/8$ .

$fdXX:XXXX:XXXX::/48$  for each Site.

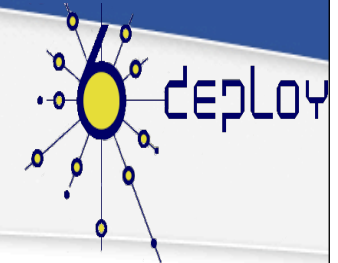
40 bits elegidos pseudo-aleatoriamente

- ◆ Habrá NAT en IPv6? Recuerden que NAT no es seguridad!.
- ◆ Generador ULA basado en dirección MAC:

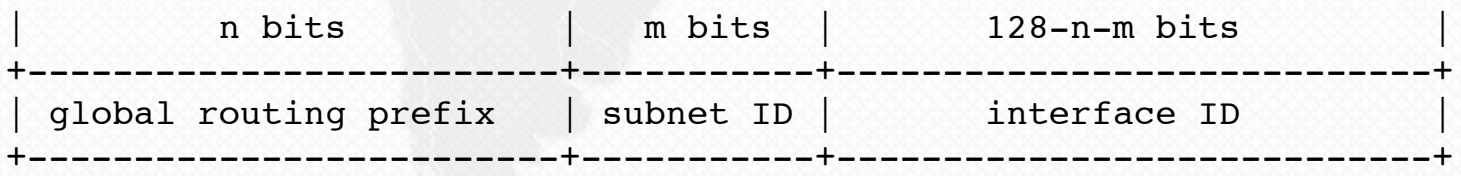
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>



# Subnetting IPv6:

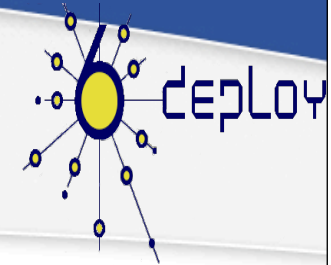


- ◆ Idéntico que IPv4, pero con más bits.
- ◆ No hay notación de máscara, sino sólo de largo de prefijo: 2001:db8::/32.
- ◆ Ruta por Defecto: ::/0
- ◆ Formato General:





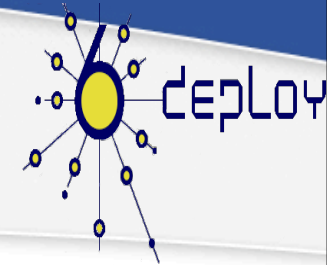
## LANes en IPv6:



- ◆ Para redes LAN se utilizan generalmente interfaz ID de 64 bits.
- ◆ En especial para el interfaz ID se utiliza formato EUI-64 (modificado), basado en la dirección MAC, permitiendo la autoconfiguración.
- ◆ Una LAN tiene entonces  $2^{64}-1$  hosts.
- ◆ No hay dirección de “red” sino:  
“Subnet-Router anycast address”, RFC 2373.



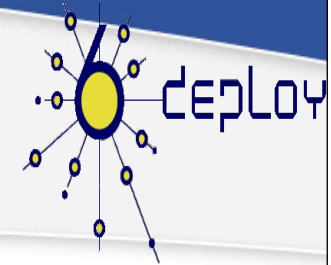
## WANes en IPv6:



- ◆ Hay varias opciones:
  - ◆ Seguir usando redes /64.
  - ◆ Usar Redes /126. (idem /30 en IPv4).
  - ◆ Incluso sería posible usar /127.
  - ◆ Otros largos: /112 o /120.
  
- ◆ Antes de decidir leer: RFC 3627



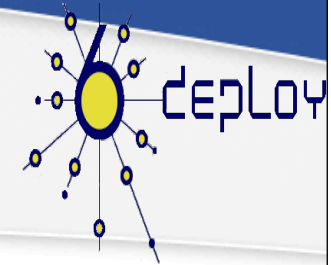
## Loopbacks en IPv6:



- ◆ De vuelta hay casos en que usan /64.
- ◆ Podemos usar /128.
- ◆ O cualquier otra alternativa



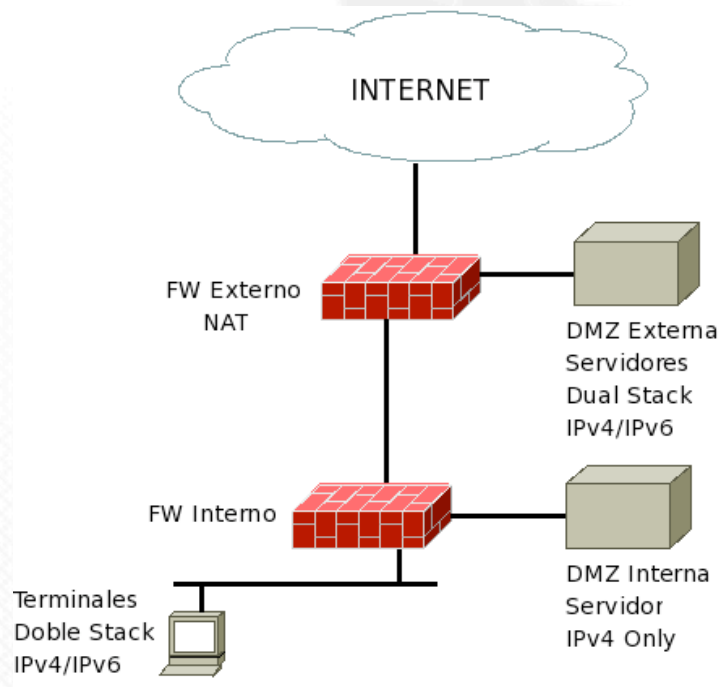
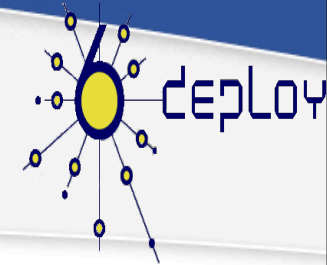
## Direccionamiento, Tips:



- ◆ Es la oportunidad para hacer “todo de vuelta”.
- ◆ En IPv6 no contamos hosts, sino redes.
- ◆ Cada LAN necesita un /64.
- ◆ Hay derroche, es parte del diseño de la arquitectura.
- ◆ Agregación interna es fundamental.



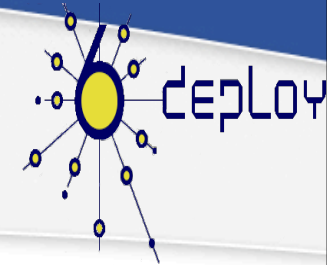
## Ejemplo Empresa Un solo Site:



- Total de 3 LANES, 2 LOOP y 1 WAN.
- Alcaza con 6 x /64 --> /61
- Ahora, ¿qué pasa si crezco?
- Tiene sentido estar “limitado” en el número de redes disponibles.



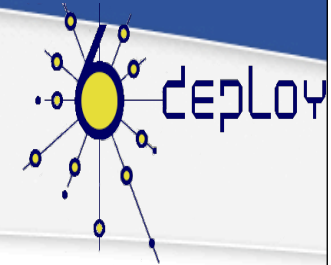
## Direccionamiento: Obtener Direcciones.



- ◆ **Direcciones de Proveedor:**
  - ◆ **En general política por defecto es un /48 o /56 por cliente.**
  - ◆ **/48 son 65536 redes /64.**
  - ◆ **/56 son 256 redes /64.**
- ◆ **Direcciones de LACNIC:**
  - ◆ **ISPs:mínimo /32 para ISP (65536 x /48).**
  - ◆ **Existe política de “segunda distribución” si la distribución de la primera experiencia es insuficiente.**
  - ◆ **Usuarios Finales: mínimo /48.**



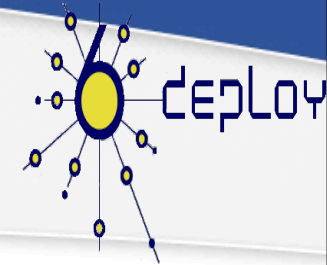
## Direccionamiento Sucursales:



- ◆ Pensar siempre en cuántas redes serían necesarias.
- ◆ Siempre agregar un 300% (al menos).
- ◆ Sucursal con una sólo lan --> /60 o /56.
- ◆ Recordar agregación regional y sub-regional como meta.



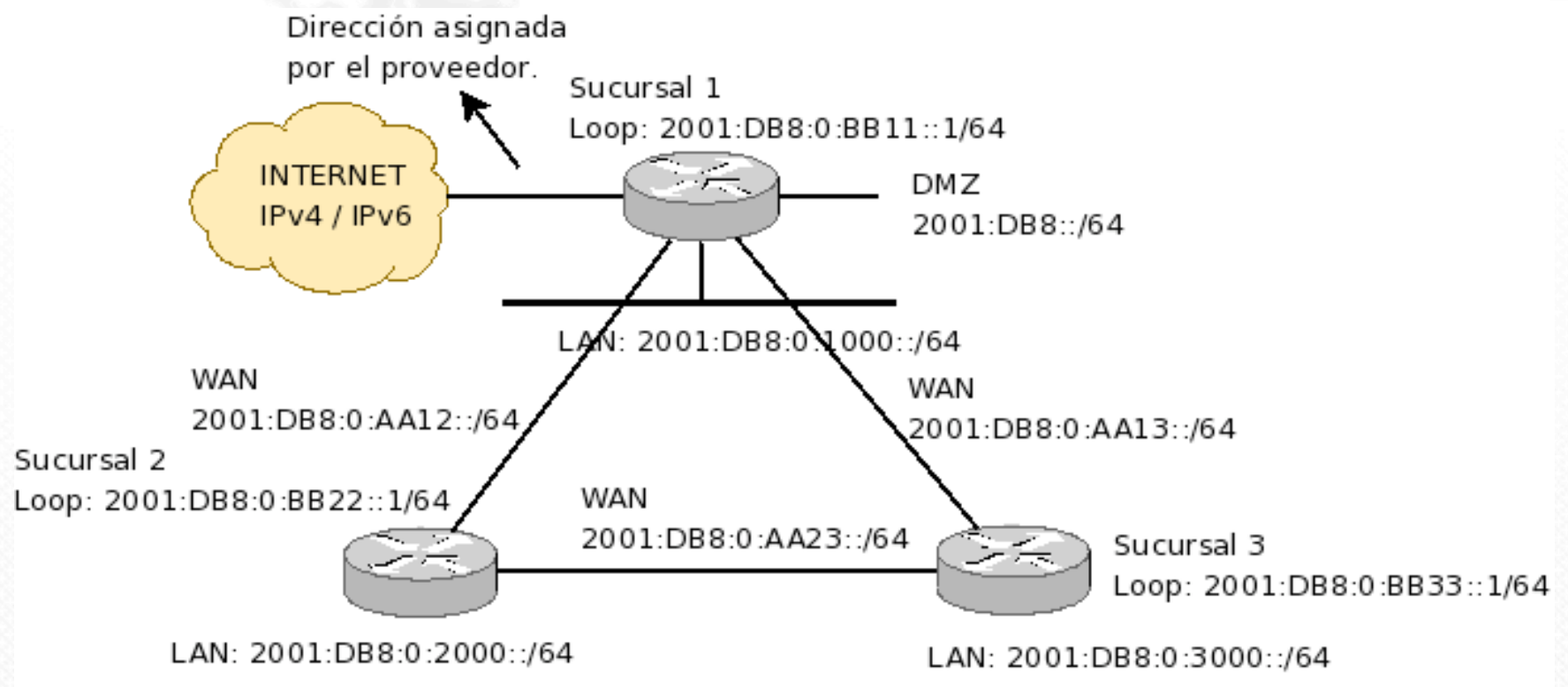
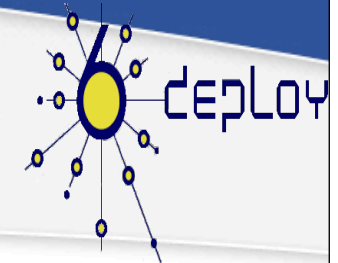
## Ejemplo Numeración Sucursales



- ◆ red: 2001:DB8::/48.
- ◆ Tres Sedes, Una LAN por SUCURSAL.
- ◆ Uns DMZ para acceso a Internet.
- ◆ Plan Tomo /56 como mecanismo de subnetting interno:
  - ◆ **DMZ: 2001:DB8::/64**
  - ◆ **Sede Central: 2001:DB8:0:1000:/56**
  - ◆ **Sucursal 2: 2001:DB8:0:2000::/56**
  - ◆ **Sucursal 3: 2001:DB8:0:3000::/56**
  - ◆ **WANES: 2001:DB8:0:AAXY::/56 - De X a Y.**
  - ◆ **Loopbacks: 2001:DB8:0:BBXX::/56 - Loopback Router X.**

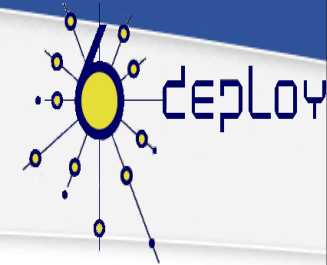


# Ejemplo Numeración Sucursales





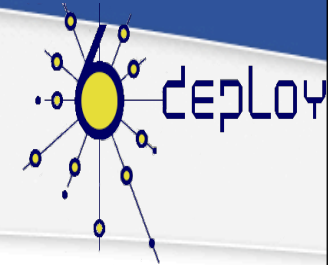
## Direccionamiento Servidores:



- ◆ Hay dos tendencias:
  - ◆ **Direcciones fáciles de recordar:**  
ns.lacnic.net.uy - 200.7.84.224 <--> 2001:13c7:7001:4224::224
  - ◆ **Direcciones “difíciles de rastrear”.**
- ◆ Hay consenso que si los servidores están en el DNS (registro AAAA), no hay beneficios con la segunda opción.



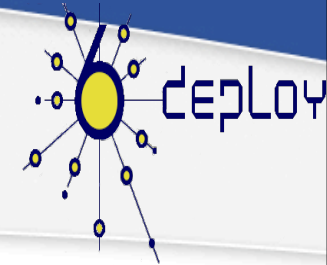
## Direccionamiento ISPs:



- ◆ **Aquí hay dos espacios de direcciones:**
  - ◆ **Direccionamiento de infraestructura.**
  - ◆ **Direcciones para Clientes.**
- ◆ **Es necesario relevar la cantidad de POPs, agregadores por POP y clientes por agregador.**
- ◆ **Para cada servicio definir el tamaño de bloque a asignar y hacer las multiplicaciones.**
- ◆ **Mantener el criterio de mantener al menos un 300% reservado para crecimiento.**



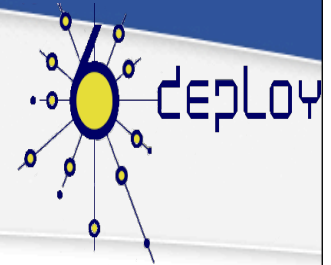
## Direccionamiento ISPs:



- ◆ **Infraestructura interna:**
  - ◆ **Son las WANES, Loops y LANES.**
  - ◆ **Utilizar la parte más “linda” del bloque asignado (ej. 2001:DB8::/35).**
- ◆ **Definir qué usar como WANES y Loops.**
- ◆ **Puede ser conveniente usar un espacio totalmente independiente, no ruteable. Ver propuesta de política actual en LACNIC.**



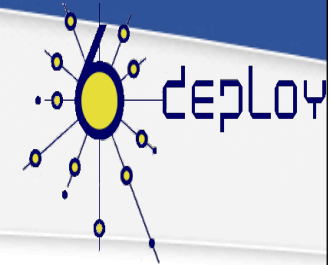
## Direccionamiento ISPs:



- ◆ Hay que prestar atención a servicios específicos, donde se busca ruteabilidad: VPN de voz vs VPN de datos, etc.
- ◆ También hay que considerar políticas de filtros de carriers de tránsito.



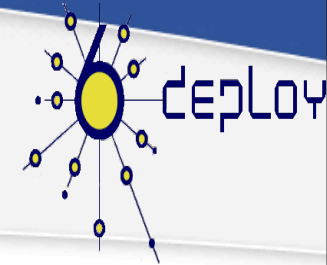
## Plan de Encaminamiento.



- ◆ Repetir básicamente lo que se hace en IPv4.
- ◆ Opciones:
  - ◆ IGP:
    - ◆ OSPFv3.
    - ◆ ISIS.
    - ◆ Para Cisco: EIGRP.
  - ◆ EGP:
    - ◆ MP-BGP: AF: IPv6, SAFI: Unicast, Multicast y VPN.



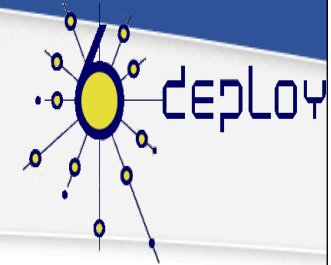
## Plan de Encaminamiento:



- ◆ **BGP:**
  - ◆ Normalmente sesiones separadas -> Posición conservadora.
  - ◆ Algunos prefieren terminar sesiones en direcciones link-local para evitar reenumeración.
- ◆ **OSPF:**
  - ◆ Al implementar OSPFv3 es posible “apagar” OSPFv2.
- ◆ **ISIS:**
  - ◆ Posibilidad de implementar “multi-topologías”.



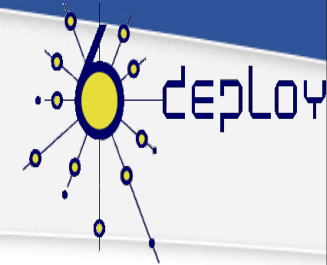
## Plan de Encaminamiento:



- ◆ Intentar Mantener la misma topología de IPv4.
- ◆ No usar un ASN diferente.
- ◆ Cuidado con “black-holes” IPv6 si usan ISIS.
- ◆ Si hay MPLS en la red del proveedor:
  - ◆ **6PE: Utiliza IPv6 sobre MPLS, reutiliza sesiones BGP existentes con próximo salto IPv4 del PE de salida. Necesita profundidad de etiquetas  $\geq 2$ .**
  - ◆ **6VPE: Similar a 6PE pero permite el soporte de L3VPN (AF/SAFI - ipv6vpn).**
  - ◆ **Prestar atención al soporte IPv6 en LDP y RSVP-TE.**



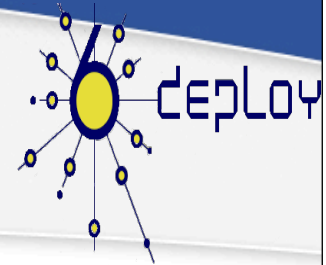
## Plan de Encaminamiento:



- ◆ **Ruta por defecto:**
  - ◆ **ICMPv6 ND (RFC 2461): Puede llevar varios segundos o causar mucho tráfico en la LAN.**
  - ◆ **VRRPv3: Es aún un draft. Algunas implementaciones ya (Juniper, Nokia).**
  - ◆ **CARP: Disponible para OpenBSD, FreeBSD o NetBSD.**
  - ◆ **Protocolos Cisco: HSRP & GLBP soportan IPv6.**



# Plan de Encaminamiento: Multicast



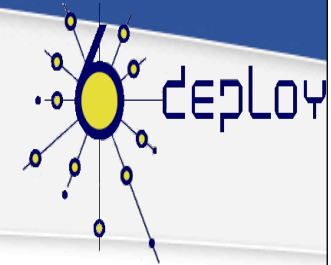
- ◆ **En la LAN:**
  - ◆ **MLD (ojo hay dos versiones!) se usa en lugar de IGMP. MLD utiliza ICMPv6.**
  - ◆ **Mapeo Ethernet-Multicast IPv6:**

Grupo: FF15::FFFF <--> MAC: 33:33:00:00:FF:FF

(hay switches “inteligentes” que pueden hacer snooping).
- ◆ **Routing:**
  - ◆ **PIM/DM y PIM/SM (ASM & SSM).**
  - ◆ **MP-BGP para routing multicast entre-dominios.**



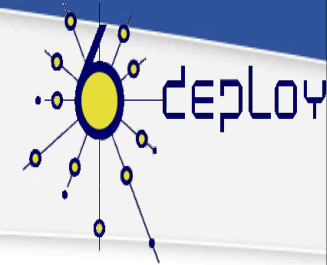
## Plan Servicios:



- ◆ **Es el corazón de la implementación.**
- ◆ **Hay que considerar los servicios que manejan paquetes IPv6 y aquellos que manejan direcciones IPv6.**
- ◆ **Muchas veces la implementación es inmediata (ejemplo: en apache alcanza con agregar un "listen ::").**



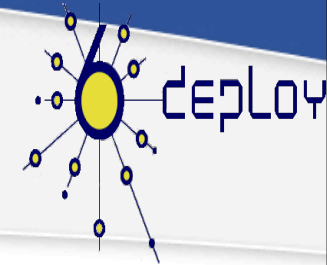
## Plan Servicios:



- ◆ **Servicios externos:**
  - ◆ **Ejemplo: mail, web, dns, jabber, ftp, voip, etc.**
- ◆ **Servicios internos:**
  - ◆ **Ejemplo: servicio de provisionamiento de direcciones, web interna, jabber, etc.**
- ◆ **Es importante planificar cambios de versiones, configuraciones e impacto.**
- ◆ **Seguridad:**
  - ◆ **Es necesario evaluar los cambios a la seguridad perimetral.**
  - ◆ **Evaluar cambios en otros procedimientos de seguridad.**



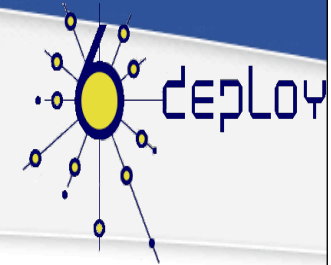
## Plan Servicios:



- ◆ **Asignaciones de direcciones:**
  - ◆ **Autoconfiguración “stateless”:**
    - ◆ No incluye el servidor de DNS.
    - ◆ Al ser “stateless” no hay control por parte de un servidor.
  - ◆ **Autoconfiguración “statefull”:**
    - ◆ Utiliza DHCPv6.
    - ◆ Permite la delegación de prefijos.

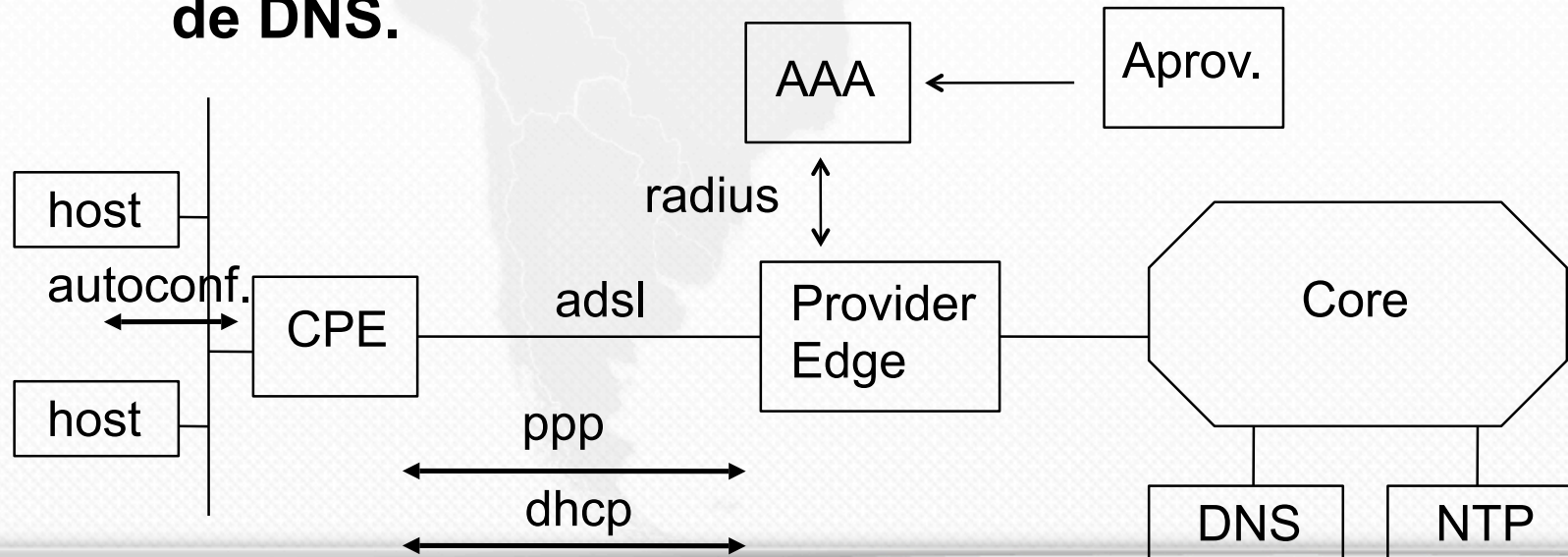


## Plan Servicios:



- ◆ **Ejemplo ISP con DSL:**

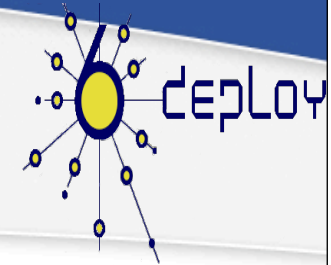
- ◆ **PPP: autenticación y direccionamiento link-local.**
- ◆ **DHCPv6: delegación de prefijos e información de DNS.**



- ◆ Dos conceptos: Transporte IPv6 y Registros para IPv6 (AAAA y PTR).
- ◆ DNS Autoritativo: Registros AAAA para servidores, permiten acceso a través de IPv6.
- ◆ Directo: Necesitamos un registro AAAA para servidores de DNS autoritativos.
- ◆ Reverso: utiliza el ip6.arpa. Muchas herramientas para IPv4 son obsoletas. ¿qué hacer con las configuraciones stateless? ¿y los usuarios residenciales?
- ◆ Servidores Recursivos: ¿para qué necesito IPv6 aquí?



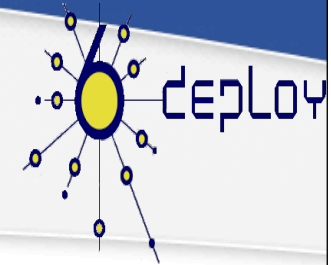
## Plan de Capacitación:



- ◆ Debe abarcar al personal que brinda servicios de planificación, operación e ingeniería, call center (por ejemplo para DNS), entre otros.
- ◆ No es fácil conseguir ofertas de capacitación. Pensar en re-usar experiencias adquiridas.
- ◆ ¿Hay que capacitar al usuario?



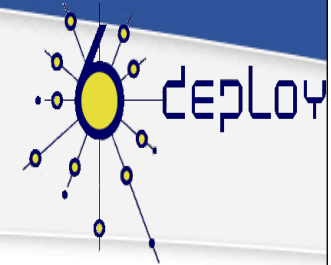
## Plan de implementación:



- ◆ La idea es plantear cómo llegar desde la realidad actual al objetivo trazado.
- ◆ En la actualidad implementaciones satélites (con equipos exclusivos sin doble pila) no es recomendada.
- ◆ Como siempre el objetivo es que no hayan cortes de servicio.
- ◆ No realizar implementaciones “en paralelo”, no va a germinar.



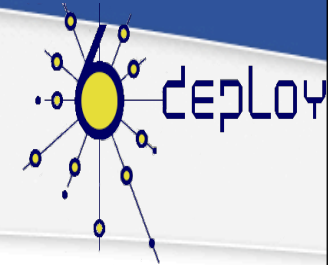
## Plan de implementación:



- ◆ **Cuidado con las expectativas del cliente:** es fundamental la buena conectividad para que no sufra en su experiencia.
- ◆ **Conectar siempre al NOC (“eat your own dogfood”).**
- ◆ **Estudiar los problemas de forma de no “hecharle siempre la culpa a IPv6” (ante problemas la primera medida que no sea siempre deshabilitar IPv6).**



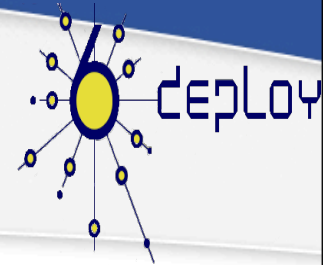
## Plan de implementación:



- ◆ Prestar atención en cuándo habilitar el direccionamiento de clientes.
- ◆ Prestar especial atención en cuando incorporar registros AAAA en el DNS.
- ◆ Recuerden que google usa:  
`ipv6.google.com`, ¿porqué será?



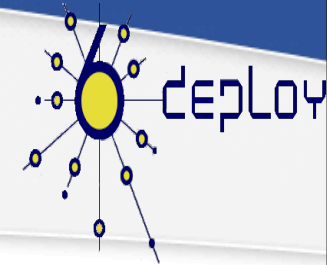
# Agenda



- ◆ IPv4 o IPv6.
- ◆ Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.
- ◆ **El día después al agotamiento de IPv4.**



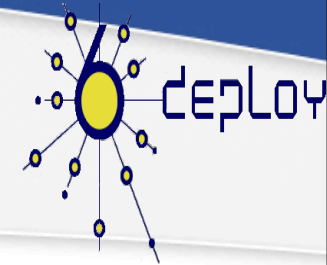
# El día después al agotamiento de IPv4.



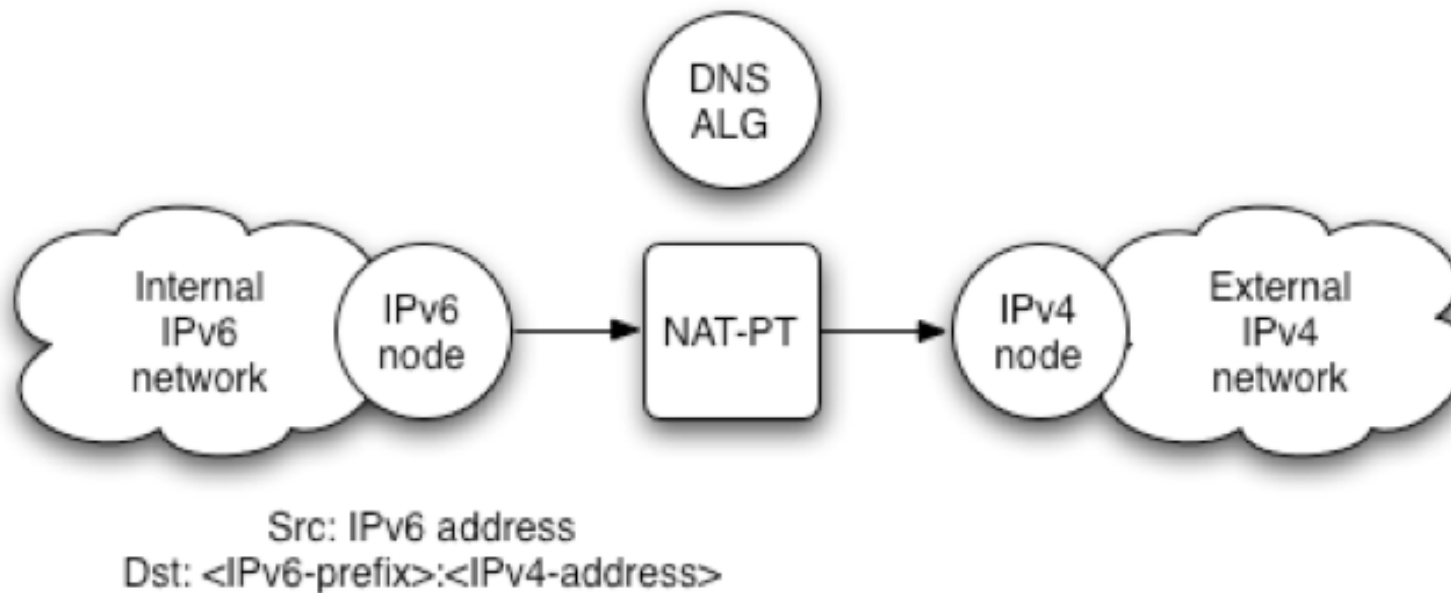
- ◆ No voy a mencionar el posible o no mercado de direcciones.
- ◆ Supongamos que no hay acceso a nuevas direcciones IPv4.
- ◆ Es el fin del paradigma de la “sobre pila”.
- ◆ Tenemos los siguientes problemas:
  - ◆ **Terminales sólo con IPv6 público tratando de acceder a contenido sólo en IPv4.**
  - ◆ **Terminales que no soportan IPv6, intentando acceder a contenido sobre IPv4, sin dirección pública disponible.**
  - ◆ **Granja de servidores sólo con direcciones IPv6, sirviendo contenido a terminales sólo IPv4.**



## Ejemplo Arquitectura 1: NAT-PT o NAT64.

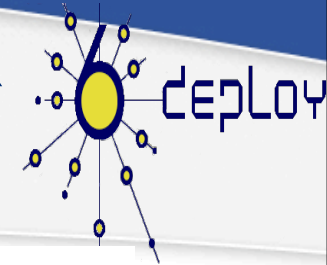


- ◆ Host “sólo IPv6” puede conectarse al mundo v4.
- ◆ Utiliza “truco” de DNS y NAT en el router de salida.





## Ejemplo Arquitectura 2: Dual Stack Lite.

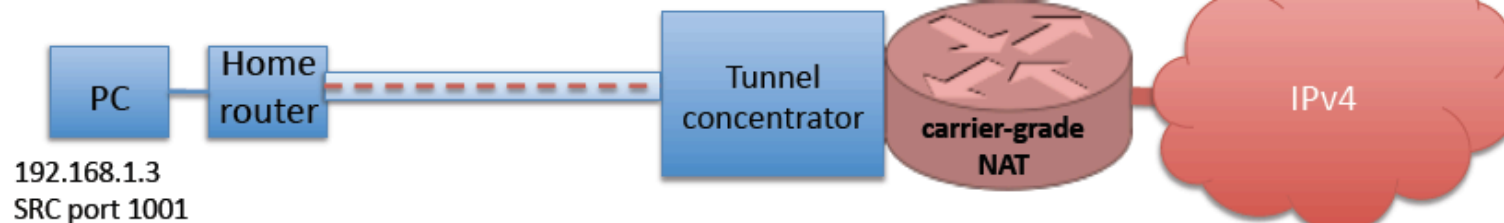


### IPv6 packet

IPv6 src: IPv6 address of home gateway (IGD)  
IPv6 dst: IPv6 address of tunnel concentrator  
IPv4 src: 192.168.1.3  
IPv4 dst: [www.nanog.org](http://www.nanog.org) (198.108.95.21)  
IPv4 src port: 1001  
IPv4 dst port: 80

### IPv4 packet

IPv4 src: from the pool of the ISP  
IPv4 dst: [www.nanog.org](http://www.nanog.org) (198.108.95.21)  
IPv4 src port: 45673  
IPv4 dst port: 80



### NAT binding

#### INSIDE:

IPv6 src: IPv6 address of home router + 192.168.1.3 + port 1001

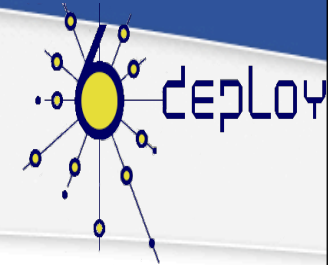
#### OUTSIDE:

IPv4 src address: from pool of the ISP + port 45673

Source: Alain Durand - IETF73 - 2008.



## Conclusiones:



- ◆ **Es necesario comenzar a transitar el camino hacia la implementación de IPv6.**
- ◆ **La planificación lleva tiempo y es una oportunidad para realizar un inventario y puesta a punto de la infraestructura.**
- ◆ **El principal costo en general son gastos en recursos humanos y capacitación (para un ISP pueden ser los CPEs).**
- ◆ **Hay que pensar en el día después.**