

Actividad: ¿Cuántos ordenadores hay "teóricamente" con la IP 88.2.188.98?

1, porque es una IP pública y solo puede haber una en el mundo. Lo de "teóricamente" es porque siempre puede haber algún mal técnico que la use sin tener autorización. (de RIPE, IANA, ...)

Actividad: ¿Cuántos ordenadores en el mundo hay "teóricamente" con la IP 10.15.16.17?

Es una IP privada, por tanto, cualquier persona que desee la puede utilizar. Es decir, puede haber muchos dispositivos con esta IP en el mundo.

Actividad: ¿Cuántos ordenadores puedo conectar en el router típico (Conexión fibra + 4 RJ-45 + 1 antena wifi con IP de fabrica 192.168.0.1)?

El número de conexiones RJ-45 no limita el número de equipos que se pueden conectar alámbricamente, es decir, podemos conectar más de 4 porque poniendo switchs podemos ampliar nuestra red a más dispositivos y conectar todos los que queramos. El inconveniente está en que la IP 192.168.0.1 lleva normalmente asociada la máscara 255.255.255.0 con lo cual el número de equipos es  $2^8 - 2$  (red y broadcast) - 1 (router) = 253 equipos máximo.

Actividad: Siguiendo el ejercicio anterior, ¿cómo podría conectar más de 253 equipos?

Aumentando la red de tamaño cambiando la máscara a /16 (la recomendación exigiría también cambiar la IP al rango 172.16.0.0 - 172.31.0.0), o aumentar la máscara a /8 (la recomendación exigiría cambiar la IP a 10.0.0.0 - 10.255.255.255)

Actividad: ¿Cuántas IPs tiene un router?

Al menos 2, es lo más habitual, recordemos que un router es un dispositivo que separa redes, por tanto, debe tener una IP en cada red. Los routers domésticos tienen dos interfaces: WAN, que conecta a internet y LAN, que conecta a la red local.

Actividad: ¿Qué es la puerta de enlace?

Aunque un dispositivo puede estar aislado del resto del mundo (internet), lo normal es que tenga comunicación a través de otro dispositivo a internet, la IP de este router que nos da acceso al exterior es la llamada puerta de enlace. Por tanto, la puerta de enlace debe ser una IP de nuestra misma red.

Actividad: Si mi IP es 192.168.123.222 ¿sería accesible el equipo 169.123.265.253?

No porque la IP 169.123.265.253 no existe, 265 NO es válido

Actividad: Si mi IP es 192.168.123.222 ¿sería accesible el equipo 169.123.1.253?

Siempre tengo que saber cuál es la máscara para saber a cuantos equipos puedo acceder, por lo tanto, no se puede saber.

Es decir, a partir de la máscara sabré cual es la IP que identifica la red, cual es la IP de broadcast y cuales son las IPs que tienen los dispositivos de la red, y esos son los equipos que puedo acceder.

Actividad: Si mi IP es 192.168.123.222, mi mascara de red es 255.255.255.0 y no tengo puerta de enlace ¿sería accesible el equipo 192.123.0.253?

No porque la máscara no me permite conectarme a este equipo (los equipos a los que tendría acceso serían los que tengan una IP con la forma 192.168.123.X), para ello la máscara debería ser 255.0.0.0 (y serían accesibles los equipos 192.X.X.X)



Actividad: Si tenemos en una empresa 39 equipos ¿Qué IPs y que mascara sería la más ajustada?

$2^8 - 2 = 256 - 2$  tenemos para 254 equipos, por tanto, vamos a buscar algo más pequeño.  
 $2^x - 2 > 39$ . Es decir,  $x=6$  da para 62 equipos,  $64 - 2$ . Sobran  $62 - 39$  IPs

192.168.0.0/26 --> 192.168.0.0 mascara 255.255.255.192.

Actividad: Si mi dirección es 215.215.215.213 y mi mascara es 255.255.255.252 ¿cuál es la dirección de red y cuál es la dirección de broadcast? ¿Cuántos equipos hay en mi red? ¿Cómo podría tener más equipos en mi red?

Pasamos a binario tanto la IP como la máscara:

1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1
215	215	215	213
1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 0
255	255	255	252

En conclusión los bits de identificación de red y los bits de identificación de equipos son:

1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1
215	215	215	213

Las combinaciones posibles con los bits de equipos son 00,01,10,11, es decir, que las posibles IPs son  $2^2=4$  que detalladas son:

Primera: Reservada para hacer referencia a la red. **Dirección de red**

1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 0
215	215	215	212

Segunda: Primera IPs para asignación a equipos

1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1
215	215	215	213

Tercera: Segunda IPs para asignación a equipos

1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 0
215	215	215	214

Cuarta: Última, reservada para broadcast. **Dirección de broadcast o difusión**

1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1	1 1 0 1 0 1 1 1
215	215	215	215

En la red no sabemos los equipos que hay, lo que si podemos asegurar es que como máximo habrá 2 equipos.

Para tener más equipos en la red hay que cambiar a una máscara con menos bits de red, la máscara de uso más habitual para redes pequeñas es /24 porque los bits de red coinciden con los tres primeros octetos.

Actividad: ¿Cuáles son las máscaras más habituales?

Lo más normal es usar /8 /16 ó /24 porque así no necesitamos hacer ningún cálculo a nivel de bits. Si es /8 sabemos que todos los equipos tienen el primer octeto decimal igual, sus IPs serían de la forma Y.X.X.X, si es /16 sabemos que todos los equipos tienen 2 octetos iguales Y.Y.X.X, y si es /24 sabemos que son de la forma Y.Y.Y.X, todo ello con números decimales de 0 a 255.

Actividad: Si mi dirección IP es 111.111.111.111 y mi máscara es 255.255.252.0 ¿Cuáles son la dirección de red y la dirección de broadcast? ¿Cuántos equipos puede haber en mi red?

Si pasamos a binario tanto la IP como la máscara:

0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1			
111	111	111	111
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0			
255	255	252	0

En conclusión los bits de identificación de red y los bits de identificación de equipos son:

0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1			
111	111	111	111

Las combinaciones son pues  $2^{10}=1024$ . Dentro de las cuales está dirección de red y la dirección de broadcast. Detallando más las IPs de mi red:

0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	111.111.108.0
0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	111.111.108.1
0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	111.111.108.2
0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1	111.111.108.3
0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	111.111.108.4
y así todas las combinaciones hasta...	
0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0	111.111.111.254
0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	111.111.111.255

Teniendo en cuenta que la primera IP 111.111.108.0 se usa para referirnos a la red, la última IP 111.111.111.255 se usa para broadcast, nos quedan  $1024-2= 1022$  posibles dispositivos para conectar sin agotar las IPs. Haciendo la cuenta de otra formas, observad que parte de la identificación de equipos está en el tercer octeto, en concreto, 2 bits que permiten las combinaciones 108 109 110 y 111, cada una de estas combinaciones admite 256 combinaciones en el 4º octeto ( $4 \times 256=1024$ ).

Actividad: ¿Es correcto identificar una red con 10.0.0.1/8?

No, la red se identifica con la primera dirección IP posible, pasamos a binario y marcamos los primeros 8 bits como bits de identificación de red:

0 0 0 0 1 0 1 0 1			
10	0	0	1

Y la primera combinación posible con los bits de equipos sería todos a cero, por tanto, la primera IP posible es 10.0.0.0 y la red se identificaría correctamente con **10.0.0.0/8**

Actividad: ¿Están los equipos 111.111.111.111 y 111.111.111.222 en la misma red?

No se puede saber porque el tamaño de la red lo proporciona la máscara y en el enunciado no indica la misma. Dos ejemplos:

- /24 si estarían en la misma red. Pues sería desde 111.111.111.0 a 111.111.111.255
- /28 no estarían en la misma red. Ver detalle en esta [calculadora IP](#)

<http://www.aprendaredes.com/cgi-bin/ipcalc/ipcalc.cgi?host=111.111.111.111&mask1=28&mask2=>

Actividad: Proponer un direccionamiento IPv4 (dirección y máscara de subred) de una red privada formada por 40 dispositivos.

Recordemos que los rangos autorizados para uso en redes privadas son:

CLASE	RANGO RESERVADO
<b>A</b>	10.0.0.0 - 10.255.255.255
<b>B</b>	172.16.0.0 - 172.31.0.0
<b>C</b>	192.168.0.0 - 192.168.255.0

Dicho de una forma simple, dependiendo del tamaño que tenga la red privada usaremos: red pequeña el rango 192.168.X.X, intermedia rango 172.16-31.X.X y grande utilizaríamos 10.X.X.X. Por tanto, en este caso, sin duda la solución más sencilla es 192.168.0.0/24 porque podemos manipular fácilmente por octetos las direcciones.

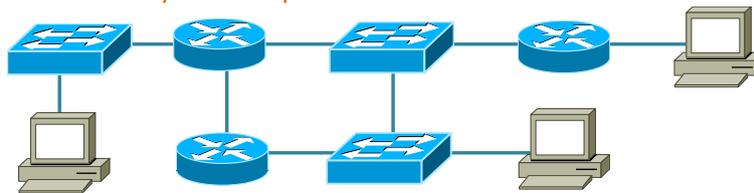
Pero si queremos ajustar la máscara al número de dispositivos:  $2^{(32-x)} - 2 > 40$ ;  $x=26$ , por tanto, la red más ajustada 192.168.0.0/26.

**Actividad: Proponer un direccionamiento IPv6 (dirección y máscara de subred) de una red privada formada por 40 dispositivos.**

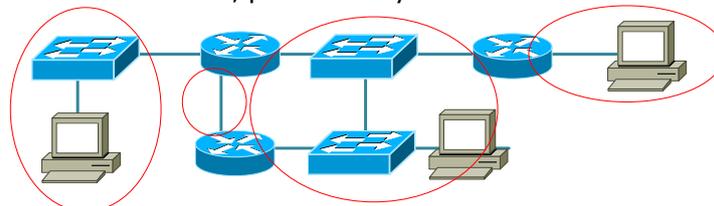
Esta pregunta no tiene mucho sentido en IPv6 por dos motivos: en IPv6 no hay problemas de agotamiento de direcciones, por tanto, no es necesario usar redes privadas; y por otro lado, la comunicación interna de la red es cubierta por las direcciones de enlace local.

En cuanto a la máscara de red, lo generalizado es usar /64, el router (habitualmente) publicará el prefijo de red (los primeros 64) y con la autoconfiguración cada dispositivo generará sus 64 bits finales.

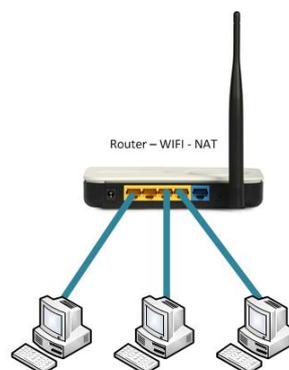
**Actividad: ¿Cuántas redes hay en el esquema?**



El único dispositivo que separa una red de otra es el router (icono circular), los switches conectan elementos dentro de la red, por tanto hay 4 redes:



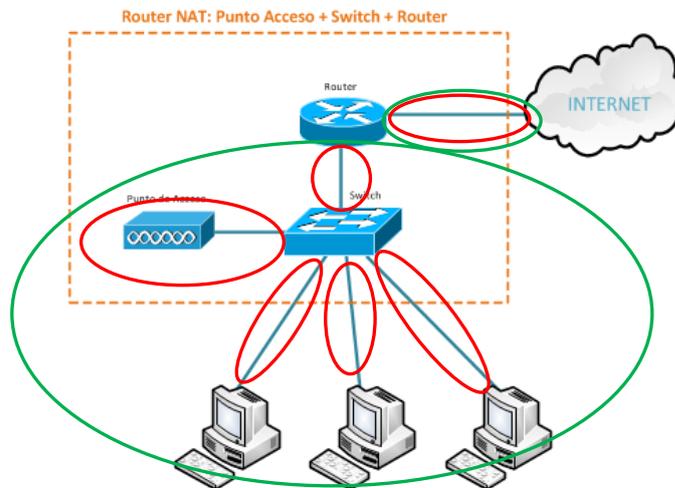
**Actividad: En el siguiente esquema indica los dominios de colisión y difusión**



Hay que tener en cuenta que recordar que las conexiones LAN de un router NAT (las amarillas del esquema) pertenecen a un switch interno que incorpora el router-NAT (mirar actividad funcionamiento de red doméstica de los ejercicios resueltos de la unidad 2)

Por otro lado debemos saber que cada puerto de un switch es un dominio de colisión diferente y cada interfaz de un router es un dominio de difusión diferente.

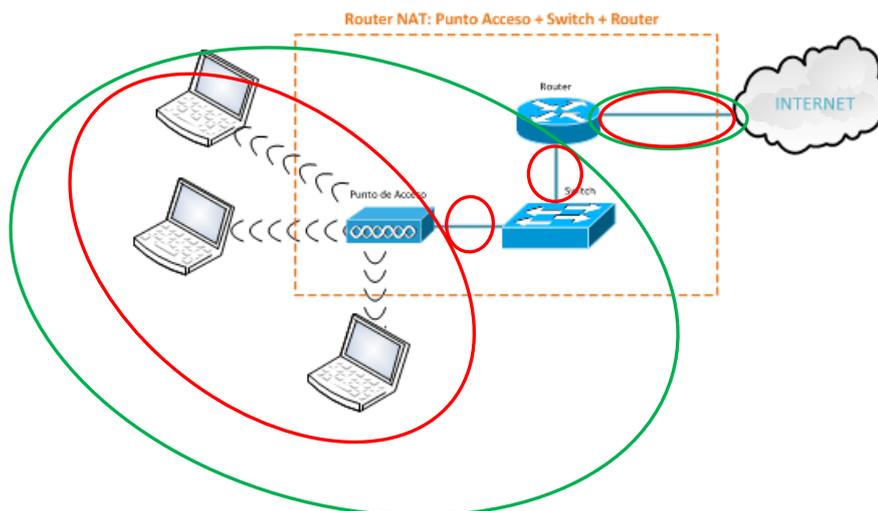
Por tanto, dibujando en rojo dominios de colisión y en verde los dominios de difusión:



Actividad: En el siguiente esquema indica los dominios de colisión y difusión

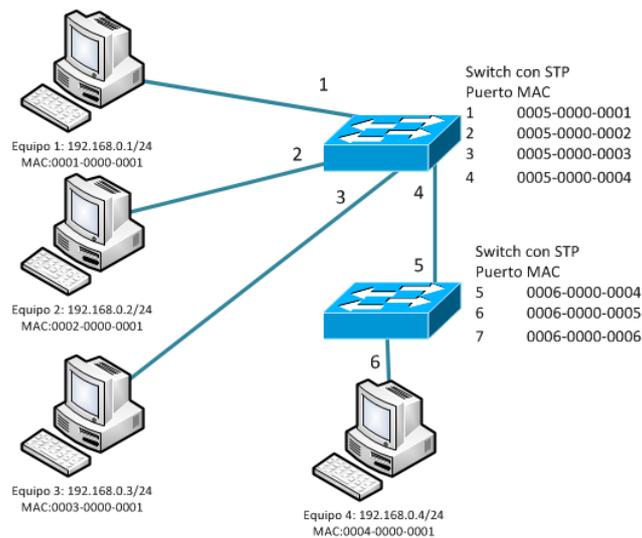


La señal WIFI emitida por el punto de acceso llega a todos los portátiles, cada portátil debe discriminar los paquetes no vayan dirigidos a él, esto significa que un punto de acceso trabaja igual que un hub o concentrador y, por tanto, todos los dispositivos conectados a él forman un único dominio de colisión.



Actividad: Rellena las tablas MAC de los switches del esquema en los siguientes supuestos:

- Antes de conectar ningún cable
- Una vez conectados los cables y antes de que haya ninguna comunicación entre PCs
- Una vez hayan comunicados todos los PCs entre sí
- Desconectamos el PC 4 del puerto 6 y lo conectamos en el puerto 7
- Apagamos y encendemos los switches
- Contenido de la tabla ARP del Equipo 1 después de haber comunicado con todos los dispositivos



- a) Antes de conectar ningún cable las tablas estarán vacías, los switches no han podido aprender que MAC hay en cada puerto sencillamente porque no hay nada conectado en el puerto.
- b) Una vez hayamos conectado los cables y esperado el tiempo de latencia (como mucho 1 minuto) las tablas serán:

Switch superior	
Puerto	MACs
4	0006-0000-0004

Switch inferior	
Puerto	MACs
5	0005-0000-0004

Aunque entre los PCs no ha habido ninguna comunicación estos dos switches tienen activado el protocolo STP, esto significa que nada más encenderlos van a empezar a intercambiar datos utilizando este protocolo (idioma) para intentar bloquear posibles bucles. Por tanto los switches aprenden en primer lugar las MACs de sus switches vecinos con los que están intercambiando datos.

- c) Una vez que los PCs hayan comunicado entre sí los switches habrán aprendido donde están todos los PCs y sus respectivas MACs y lo habrán anotado en sus tablas MAC:

Switch superior	
Puerto	MACs
4	0006-0000-0004 0004-0000-0001
1	0001-0000-0001
2	0002-0000-0001
3	0003-0000-0001

Switch inferior	
Puerto	MACs
5	0005-0000-0004 0001-0000-0001 0002-0000-0001 0003-0000-0001
6	0004-0000-0001

- d) El switch inferior añadirá en el puerto 7 la MAC del equipo 4, borrará la MAC del equipo 4 asociada al puerto 6, pero esto ocurrirá una vez que el equipo 4 comunique con otro equipo o viceversa. Al final obtendremos:

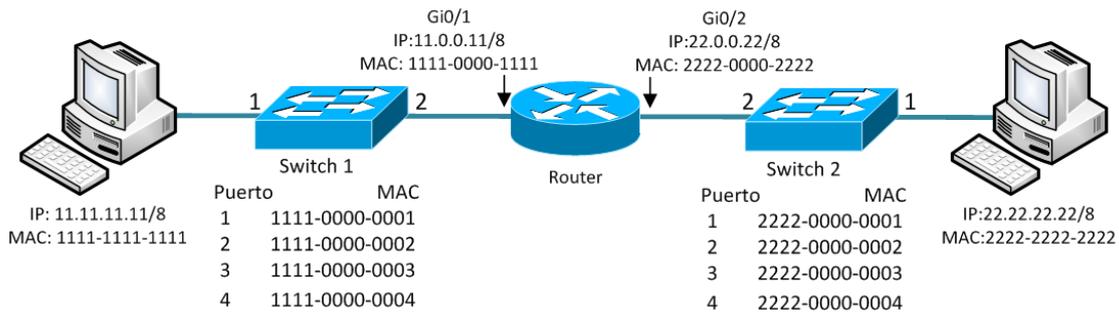
Switch superior	
Puerto	MACs
4	0006-0000-0004 0004-0000-0001
1	0001-0000-0001
2	0002-0000-0001
3	0003-0000-0001

Switch inferior	
Puerto	MACs
5	0005-0000-0004 0001-0000-0001 0002-0000-0001 0003-0000-0001
6	<del>0004-0000-0001</del>
7	0004-0000-0001

- e) Nos volveremos a encontrar como en el punto b, es decir, los switchs intercambian mensajes STP.
- f) Una vez que haya comunicado con todos los dispositivos el Equipo 1 habrá aprendido la asociación de IP y MAC de todos los dispositivos:

Tabla ARP Equipo 1	
IP	MACs
192.168.0.2	0002-0000-0001
192.168.0.3	0003-0000-0001
192.168.0.4	0004-0000-0001

Actividad: Sobre el siguiente esquema indica



- a) Contenido de la tabla MAC del switch 1 al encenderlo y antes de que se produzcan comunicaciones entre dispositivos
- b) Contenido de la tabla MAC del switch 1 después de acceder a la configuración del router desde el PC 11.11.11.11
- c) Contenido de la tabla MAC del switch 1 después de una comunicación entre los PCs
- d) Contenido de la tabla MAC del switch 1 después de reiniciar el router
- e) Contenido de la tabla ARP del Equipo con IP 11.11.11.11 después de haber comunicado con el PC con IP 22.22.22.22

- a) Vacía, la tabla de MAC se llena con las MAC de los dispositivos de la red a medida que se van aprendiendo, su función es saber por qué puerto del switch se va a cada MAC, como no ha habido comunicación alguna el switch no ha aprendido ninguna MAC.
- b) En tal caso ha habido una comunicación entre el PC y el router, por tanto, el switch ha aprendido la MAC del PC y la MAC del router

Switch 1	
Puerto	MACs
1	1111-1111-1111
2	1111-0000-1111

- c) El mismo, puesto que el PC 11.11.11.11 enviará el paquete a su puerta de enlace, un switch no aprende las MAC de otro dominio de difusión, hay que tener en cuenta que detrás del router se puede usar protocolos de nivel 2 que no trabajen con MAC. El router desencapsula hasta nivel 3 (IP), elimina toda la información del nivel acceso a red al desencapsular, decide el enrutamiento hacia otra red (nivel IP), y encapsula en el nivel de acceso a red con los datos de su MAC de esa red y envía el paquete. Es decir, el router no deja pasar información de los niveles inferiores de una red a otra. Al ser el router un dispositivo de capa 3 evitará comunicaciones a nivel 2 entre sus distintas redes conectadas.

Switch 1	
Puerto	MACs
1	1111-1111-1111
2	1111-0000-1111

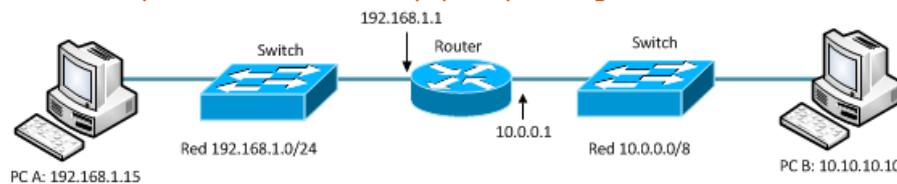
- d) El mismo, por el hecho de que el router se reinicie el switch no borra de su memoria la MAC aprendida.

Switch 1	
Puerto	MACs
1	1111-1111-1111
2	1111-0000-1111

- e) Para comunicar con los dispositivos del exterior le enviará los datos al router (su puerta de enlace) y este enviará los datos al exterior (piensa que si no un PC tendría una tabla ARP inmensa con todos los PC del exterior que hubiera comunicado y piensa, también, que no todas las redes a nivel 2 tienen porque utilizar MAC, puede utilizar otros sistema de identificación):

Tabla ARP 11.11.11.11	
IP	MACs
11.0.0.11	1111-0000-1111

Actividad: ¿Cuál es la puerta de enlace del equipo A y B del gráfico?



La puerta de enlace de A es 192.168.1.1 que es la IP del router que le permite salir al exterior. La puerta de enlace del equipo B es 10.0.0.1 que es la IP del router que le permite salir al exterior.

Actividad: Si al configurar manualmente la red IP omitimos los DNS ¿Funcionará internet? ¿Qué pondríamos como DNS?

Si, solo que lo hará "primitivamente" con números IP pero no con nombres, para probarlo puedes escribir en la barra de dirección del navegador 172.217.168.163, aparecerá la web de google.com. La IP 172.217.168.163 es la una IP pública de google. Además en los servidores DNS mundiales está registrado un equipo del dominio google.com con está IP.

Como DNS se puede poner cualquier DNS que conozcamos, no tiene por qué ser el que nos indica nuestro proveedor de servicios, todos hace la misma función, traducir las IPs en nombres. Aunque, supuestamente, al estar integrados dentro de la red pública de nuestro proveedor lo más lógico es que los DNS que nos responderán más rápido son los de nuestro proveedor.

Si no conocemos las IPs de los servidores DNS podemos poner como DNS la puerta de enlace, normalmente, el dispositivo que hace de puerta de enlace recibirá la petición DNS y la reenviará a los DNS del exterior que el conozca.

Actividad: Si al configurar manualmente la red IP omitimos la puerta de enlace ¿Funcionará internet?

No, solo funcionará la comunicación con los dispositivos de la red local, pero no habrá comunicación con el exterior porque la puerta de enlace es el dispositivo de la red al que enviamos los paquetes destinados al exterior.

Actividad: Adquiero una conexión a internet para casa (router típico con IP por defecto 192.168.0.1/24, servicio DHCP activado), conecto todos los cables, pongo el PC en "obtener automáticamente", consulto mi IP y es 169.254.56.38/16 ¿Qué sucede?

Este es un síntoma inequívoco de que la conexión del PC al router no funciona porque el equipo solicita una IP, no recibe ninguna y autogenera una IP. Lo sabemos por el rango en el que se encuentra la IP, es un rango especial como vimos en la unidad didáctica.

Debemos revisar todas las conexiones, comprobar que el router está encendido, la interfaz de red activa en nuestro PC, ...

Actividad: Una empresa adquiere una conexión a internet con IP pública 88.2.188.98, dentro de la empresa en la red privada hay 1000 PCs, 50 switches y 30 impresoras con tarjeta de red, y por supuesto un router ADSL (que tiene la IP pública 88.2.188.98 y la IP privada 192.168.0.1/24). Hacer un mapa con la asignación de IPs.

Lo primero que detectamos es que las IPs necesarias son: 1000 (PCs) + 0 (switchs, dispositivo de nivel 2, no necesita IP, puesto que las IPs pertenecen al nivel 3) + 30 (impresoras) + 1 (router) = 1031, por tanto, tenemos un problema que corregir. La red privada que trae de fábrica asignada el router /24 solo nos permite tener hasta 254 dispositivos (256 posibles IPs de las que restamos la primera que es la identificativa de la red y la última que es la dirección de broadcast).

Por tanto debemos cambiar la red privada, para ello el rango sugerido es 172.16.0.0 a 172.31.0.0.

Cambiamos al router la IP privada a 172.16.0.1/16

172.16.0.0 -> Reservada para identificar a la red (no puede ser otra)

172.16.255.255 -> Broadcast (no puede ser otra)

El resto de IPs las podemos asignar como queramos, por ejemplo:

172.16.0.1 -> Para el router

172.16.0.2 a 172.16.0.255 (Libre para futuros dispositivos servidores)

172.16.1.0 -> primer PC

172.16.1.1 -> segundo PC

....

172.16.4.232 -> PC 1000 ( $256 \times 4 = 1024$ , sobran 24,  $256 - 24 = 232$ )

172.16.4.233 a 172.16.199.255 (Libre para más dispositivos como PCs, teléfonos IP, móviles (conexión WIFI) ...

172.16.200.0 -> Impresora 1

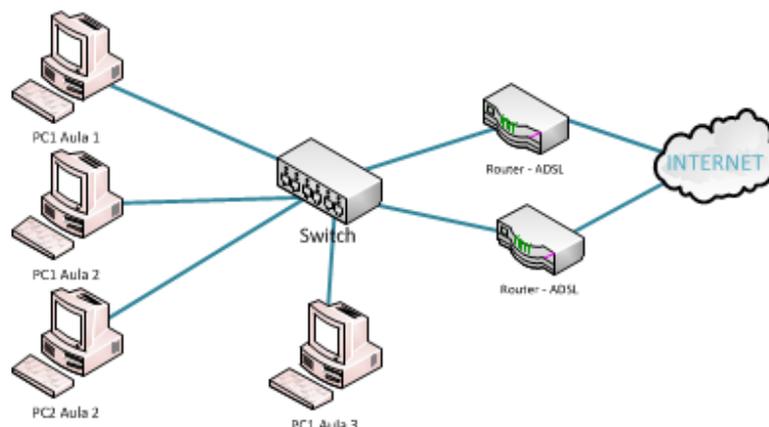
172.16.200.1 -> Impresora 2

...

172.16.200.29 -> Impresora 30

172.16.200.30 a 172.16.255.254 (Libre)

Actividad: En un colegio adquieren 2 conexiones a internet a un proveedor de internet, este les envía 2 router-ADSL idénticos con la misma configuración de fábrica (WAN dinámica, LAN con IP por defecto 192.168.0.1/24, servidor DHCP activado), en el colegio realizan la conexión con el siguiente esquema:



¿Qué problemas puedes encontrar? ¿Qué soluciones propones?

Como vemos en el esquema todos los equipos del colegio están conectados a través de un switch, esto implica que están en la misma red y el primer problema es que tenemos 2 dispositivos (los 2 routers ADSL) con la misma IP en la misma red.

Por lo tanto lo primero que tenemos que hacer es entrar en la configuración de uno de ellos y cambiarle la IP.

Otra cuestión es que tenemos 2 servidores DHCP en la red y si el rango de IPs que conceden es el mismo se producirá un desorden porque una misma IP la conceden los dos<sup>1</sup>.

Soluciones hay varias, entre ellas:

- a) Además de cambiar la IP a uno de los router habría que desactivar el servicio DHCP para que solo uno de los router concediese las IPs. Y respecto a los PCs lo mejor es ponerlos todos en la opción "Obtener IP automáticamente", porque si hay muchos es muy fácil equivocarse poniendo IPs manualmente.  
Inconveniente de esta solución: el router que asigna las IPs asignará como puerta de enlace su propia IP a todos los equipos y, por tanto, desaprovechamos una ADSL.
- b) Cambiar la IP a uno de los router pero a otra subred (por ejemplo 192.168.1.1/24), quedar activado el servicio DHCP (comprobando que asigna las IPs dentro de la nueva subred). Respecto a los PCs, lo mismo que en la solución anterior. La cuestión es que los PCs pedirán la IP y algunos se quedarán con una IP del router1 y otros con una IP del router2 (ver nota al pie).  
Inconveniente que tendremos unos equipos en una subred y otros en otra. La ventaja que aprovechamos las 2 ADSL
- c) Conectar la mitad de las aulas a un router y la otra mitad al otro router. Para ello tendríamos que separar el cableado, es decir, físicamente no hay conexión entre un grupo y otro, en este caso no es necesario cambiar la configuración de los routers ADSL y bastaría con poner en IP automática a los PCs (que es como normalmente están, por lo que no habría que hacer nada)

**Actividad:** En IPv6 calcula la dirección de enlace local y la dirección autoconfigurada por el método EUI-64 de un dispositivo con MAC 1C:4B:D6:A3:52:2A y teniendo en cuenta que el prefijo de red que anuncia el router es 2002:ABCD::

Las direcciones globales están definidas por el prefijo 2000::/3, por tanto, nuestro proveedor nos facilitará una red que comenzará por 0010 (2) ó 0011 (3).

Las direcciones de enlace local están definidas por el prefijo fe80::/10.

Como la MAC es única y vamos a calcular las dos IPs utilizándola el resultado será una IP única. La dirección, tanto de enlace local como autoconfigurada se obtiene en tres pasos:

1. Separamos la MAC en dos grupos iguales de tres bytes consecutivos cada uno (1C:4B:D6 - A3:52:2A). Recuerda que los tres primeros son el identificador del fabricante. Intercalamos entre ellos los hexadecimales FFFE, los últimos 64 bits son: 1C4B:D6FF:FEA3:522A
2. Cambiamos el valor del segundo bit menos significativo del primer byte del resultado. En este caso el primer byte es 1C (00011100) y al hacer el cambio se transforma en 1E (00011110), el resultado es: 1E4B:D6FF:FEA3:522A
3. Añadimos los prefijos:
  - a. Enlace local FE80::1E4B:D6FF:FEA3:522A
  - b. Global 2002:ABCD::1E4B:D6FF:FEA3:522A

Este es el método más usado, lo podéis observar con ip address en Linux y ipconfig en Windows XP, a partir de Windows 7 el método de autoconfiguración genera una dirección de forma aleatoria.

**Actividad:** Mostrar el funcionamiento de una pequeña red IPv6 con fibra y dos PCs, suponiendo que el ISP nos asigna el prefijo 2002:ABCD::

Las MAC de nuestros equipos son PC1 00:22:19:D7:41:C4 – PC2 00:22:19:D7:41:B3 - Router MAC LAN 1C:4B:D6:A3:52:2A – MAC WAN 1C:4B:D6:A3:52:52

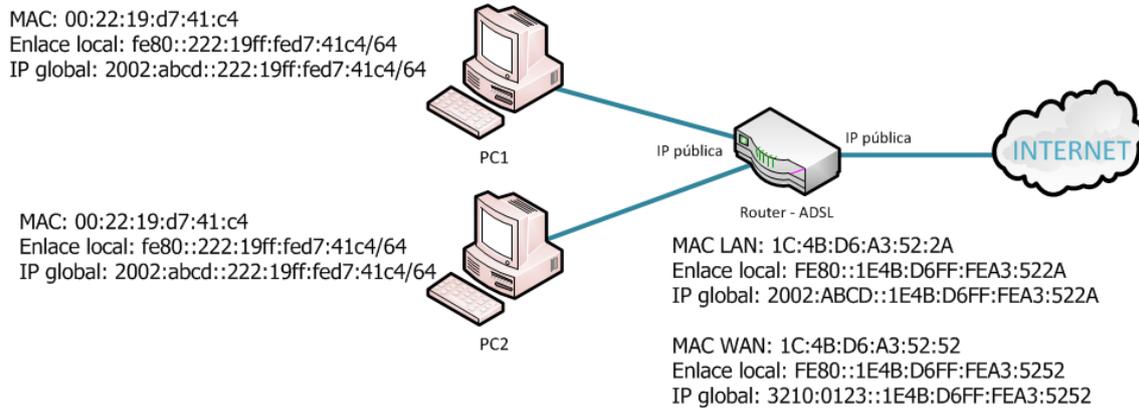
Aunque la implantación de IPv6 va a un ritmo muy lento (hay que tener en cuenta que el uso de NAT hace que no sea imprescindible y el coste de la implantación es elevado) hay pruebas

---

<sup>1</sup>Si hay dos servidores DHCP dando IPs en una misma red, los PCs que solicitan IPs pedirán la IP y de todas las ofertas que le lleguen se quedarán con una de ellas confirmándola, por tanto, solo un servidor DHCP hará la concesión.

de fibra a 100Mbps con IPv6 (puedes comprobar si tu fibra o DSL está preparada en <http://test-ipv6.com/>)

De todas formas podemos más o menos prever el funcionamiento. El router informa a la LAN del prefijo asignado por el proveedor 2002:ABCD::, los dispositivos se autoconfigurarán con este prefijo y su MAC, creando dos IPs cada uno, la IP de enlace local y la IP pública basada en la MAC.



Nuestros PCs autogeneran, sus IPs a partir del prefijo de red que "escuchan" de la red y su MAC. Como podéis observar generan 2 IPs cada uno (en IPv6 cada interfaz puede tener las IPs que necesite, no tiene porque que ser 1 interfaz = 1 IP como es en IPv4)

El router también autogenera sus IPs a partir de sus MAC. Como es un router tendrá 2 IPs globales (públicas), una estará dentro del rango concedido y otra del sistema del ISP.

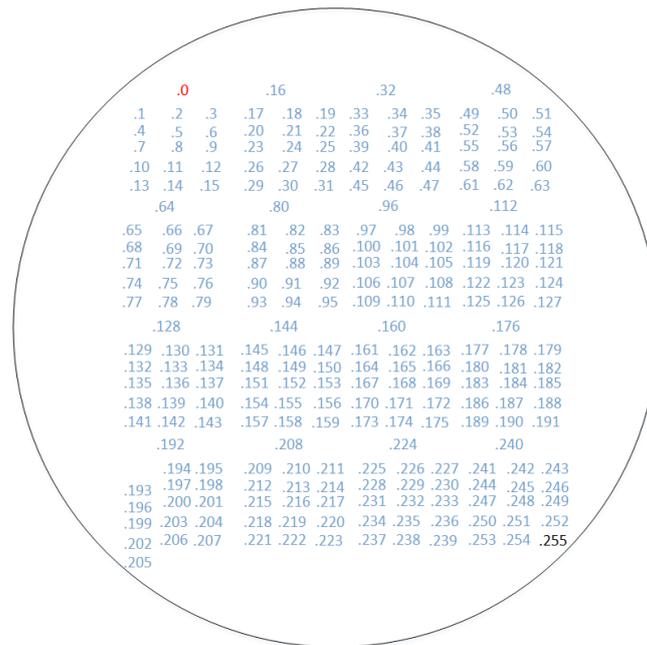
**El cambio más importante es que todos los equipos tienen IPs públicas** (ya no es necesario NAT, ya no hay escasez de IPs como en IPv4), esto significa que podemos acceder a nuestros PCs desde el exterior, con sus ventajas (más accesible) e inconvenientes (más inseguro).

Los PCs tienen MAC parecidas (con los mismos 24 bits iniciales) porque las tarjetas son del mismo fabricante. Igual sucede con el router sus dos interfaces de red las ha fabricado la misma compañía.

Hemos visto que nuestros PCs "escuchan" el prefijo de red, pero eso no es suficiente, ¿Qué es de la puerta de enlace y del DNS (no nos vamos a manejar ahora con números aún más complicados)? La solución está en las direcciones multicast, ahora el PC envía un mensaje a FF02::2 y le responden todos los routers dentro de la red local, envía un mensaje a FF02::1 y responden todos los PCs de la red local, ... A partir de las respuestas multicast el PC fabrica su configuración de red (recordemos que si le envió preguntas DNS a mi puerta de enlace, lo normal es que esta las reenvíe al exterior)

**Actividad:** Disponemos de la red 192.168.0.0/24, o lo que es lo mismo, 192.168.0.0 máscara de red 255.255.255.0. ¿Cuántas IPs tenemos disponibles? ¿Cuántas IPs son para equipos? ¿Cuál es la dirección de red y de difusión?

Tenemos 256 IPs, que representamos en la imagen, que empiezan en 192.168.0.0 y acaban en 192.168.0.255 (No se indica el prefijo de red 192.168.0 puesto que por pertenecer a la misma red tienen el mismo prefijo). La dirección representativa de la red es 192.168.0.0 (marcada en rojo), las IPs para los dispositivos van desde 192.168.0.1 hasta 192.168.0.254 (marcadas en azul) y la dirección de difusión para enviar información a todos los equipos es la 192.168.0.255 (marcada en negro)



Actividad: Disponemos de la red 192.168.0.0/24 y queremos dividirla en 16 subredes independientes. Indica las subredes con dirección de red y difusión, IPs disponibles. ¿Cuántas IPs se pierden para la asignación a equipos?

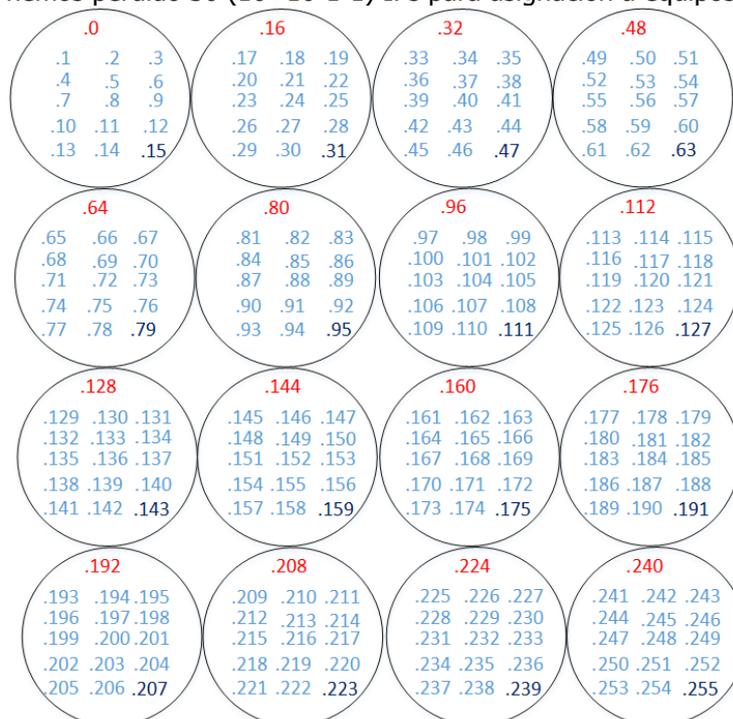
Para hacer esta división se utilizan 4 bits (16 combinaciones) más para identificar a las redes. Las 256 combinaciones desde 192.168.0.0 a 192.168.0.255 se repartirán de la siguiente forma:

Cada círculo será una de las subredes resultantes.

Las IPs en rojo son las IPs que identifican a cada una de las subredes.

Las IPs en tono oscuro son las direcciones de difusión de las diferentes subredes.

Ahora tenemos 16 direcciones de red y 16 direcciones de broadcast, antes solo había una de cada, por tanto, hemos perdido 30 (16+16-1) IPs para asignación a equipos.

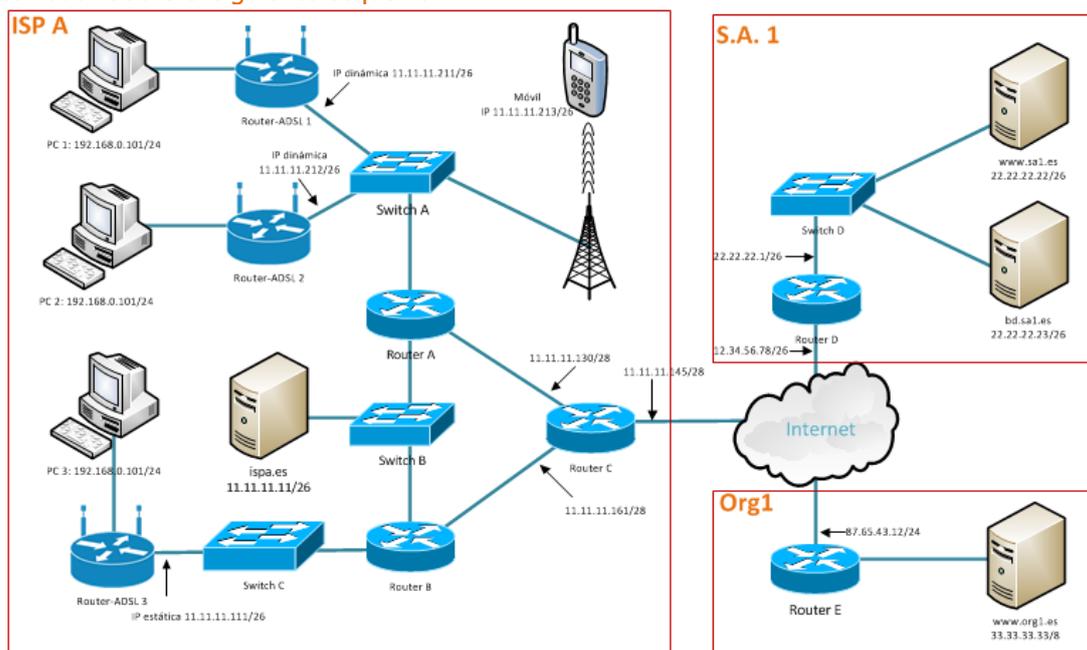




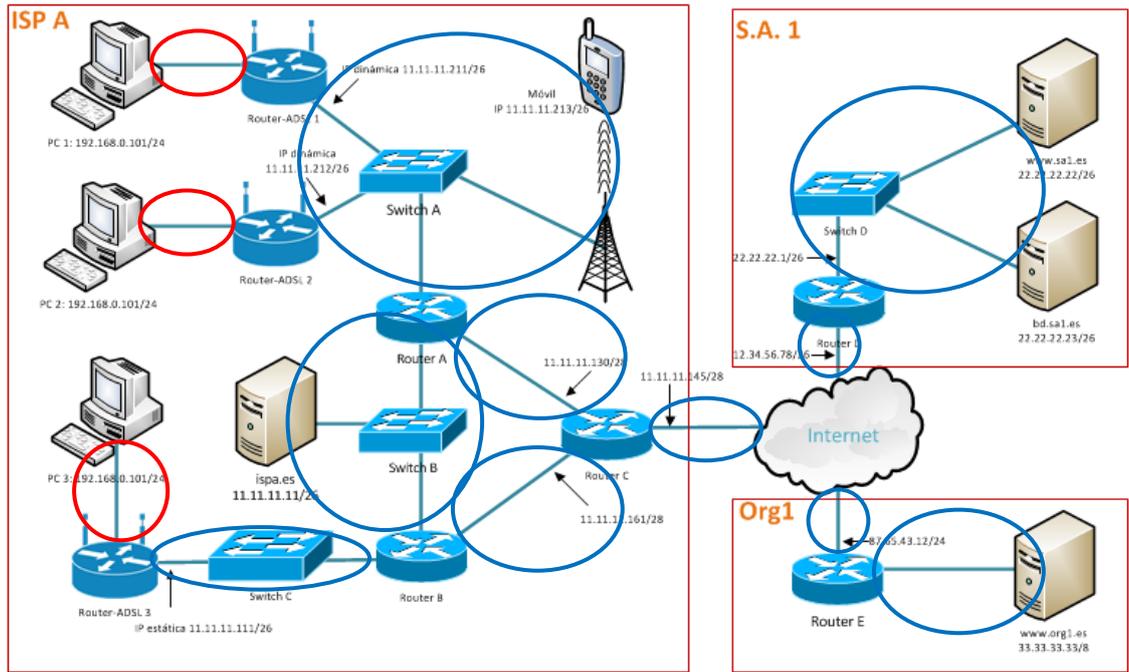
- a) ¿Cuál es la IP pública del equipo 4?
  - b) ¿Cuál debe ser la puerta de enlace del equipo 4 en su configuración IP?
  - c) Indica cuantas redes hay en este esquema.
  - d) ¿Cuál es el contenido de la tabla ARP del equipo 2 justo después de encenderlo?
  - e) ¿Y después de visitar la página [www.mecd.es](http://www.mecd.es)?
  - f) Si desde el equipo 3 enviamos un ping a [www.mecd.es](http://www.mecd.es) ¿Qué obtendremos?
  - g) Si hacemos ping de [www.mecd.es](http://www.mecd.es) al equipo 3 ¿Qué obtendremos?
- a) 6.6.6.6 Los routers NAT sustituyen las IP internas por sus IP externa, en el caso del router-NAT 7 este sustituye las IPs de la red 192.168.0.0/24 por la IP 10.0.0.1, en el caso del router-NAT 8 este sustituye la IP 10.0.0.1 por 6.6.6.6.
  - b) 192.168.0.254 que es el dispositivo de la red que envía los datos al exterior
  - c) En el esquema hay las siguientes redes privadas:  
La red 192.168.0.0/24 donde están conectados los Equipos.  
La red 10.0.0.0/8 formada por los dos routers NAT.
- La nube representa a todas las redes públicas que forman internet, las dos redes públicas, que también forman parte de internet, pero que son visibles en nuestro esquema son: 6.6.6.0/26 y 88.2.188.64/26
- d) Justo después de encenderlo la tabla ARP está vacía porque es una tabla dinámica que se va fabricando con las consultas ARP que realiza el equipo y este aún no ha realizado ninguna.
  - e) Después de visitar [www.mecd.es](http://www.mecd.es) la tabla ARP contendrá la IP 192.168.0.254 asociada a la MAC 0007-0000-0008, porque al tratarse de una red externa el equipo comunica con su puerta de enlace para que le envíe al exterior la petición
  - f) Si está activada la respuesta a ping (hay muchos dispositivos que por seguridad no responde a ping) recibiremos respuesta indicando la IP de [www.mecd.es](http://www.mecd.es) y el tiempo de respuesta.
  - g) Nada, no se puede hacer. Si hacemos un ping 192.168.0.3 ¿a cuál de las miles o millones de redes privadas con esa numeración estamos haciendo el ping?. La solución pasaría por hacer ping a la IP pública 6.6.6.6, pero el router NAT 8 buscaría en su tabla NAT la salida que provoca está respuesta y no la hallará, sencillamente porque la comunicación se origina en el exterior.

*Nota: En conclusión, cuando una comunicación es originada en el exterior nuestros routers NAT (ADSL-fibra) no dejarán pasar a la red privada los datos. Para que una comunicación originada en el exterior pueda entrar a la red local hay que "abrir los puertos" a la aplicación y equipo destino.*

**Actividad: Sobre el siguiente esquema:**



- a) Comenta el esquema
  - b) ¿Qué diferencia hay entre los routers-ADSL y los routers "normales"?
  - c) ¿Qué trayecto seguirá un paquete del PC1 a la web [www.org1.es](http://www.org1.es)?
  - d) ¿Cuál es la IP pública del PC3?
  - e) ¿Cuál es la IP pública de [www.org1.es](http://www.org1.es)?
  - f) ¿Por qué vemos varios PCs con la misma IP?
  - g) Si los 4 servidores del esquema son servidores DNS ¿Qué DNS le configurarías al PC3?
  - h) Marca las redes públicas en azul y las redes privadas en rojo
- a) Es un mini-esquema que muestra cómo funcionan actualmente las redes de datos:
1. Por un lado hay un mini-proveedor de servicios que proporciona conexión de internet por ADSL (con IP fija o dinámica) y por móvil. Tiene organizada su red 11.11.11.0/24 en varias subredes (separadas por routers), una subred es para los clientes ADSL con IP fija (11.11.11.64/26), otra subred para los clientes con IP dinámica (11.11.11.192/26), otra subred para sus servidores (11.11.11.0/26), otras dos subredes internas (11.11.11.128/28 11.11.11.160/28) y por último, otra subred para comunicar con otras grandes corporaciones (11.11.11.144/28)
  2. Una pequeña empresa con el dominio sa1.es, que tiene la red pública 22.22.22.0/26) y que tiene dos servidores públicos (uno con la web y otro con la base de datos)
  3. Una organización con el dominio org1.es, que tiene la red pública 33.0.0.0/8 donde aloja su servidor web.
  4. Internet (la nube) representa al resto de dispositivos en la red, y está compuesta por infinidad de routers, servidores y otros dispositivos de forma similar a como hemos visto en las 3 anteriores.
- b) Los routers ADSL utilizan NAT y manipulan los paquetes cambiando la IP y el puerto. Los grandes routers empresariales no manipulan los paquetes se limitan a enviar el paquete por el camino más apropiado según su algoritmo de cálculo de rutas. Todas las IPs de sus interfaces son públicas, o lo que es lo mismo, las redes a las que está conectado son públicas.
- c) El primer paso será enviar el paquete del PC1 a su puerta de enlace, router-ADSL 1, este enviará el paquete al router A, y el router A enviará el paquete al Router C o al Router B (dependiendo de la congestión de tráfico, del tiempo de respuesta, etc.). Lo mismo que el router A, la multitud de routers que atravesará en la nube tomarán la decisión de la ruta por la que enviar el paquete, que no siempre será la misma. Así hasta llegar al router E, atravesarlo y llegar a [www.org1.es](http://www.org1.es)
- d) 11.11.11.111, puesto que una vez hecha esta NAT en el resto del esquema lo que se muestra son routers sin NAT.
- e) 33.33.33.33 puesto que se encuentra dentro de una red pública.
- f) Son PCs que están en redes privadas, utilizan IPs privadas, están no tienen sentido dentro de su red puesto que son traducidas por los routers NAT. Por tanto no se produce ningún conflicto por duplicidad.
- g) Cualquiera sería correcto pero lo habitual es utilizar el servidor DNS de la red en la que estamos porque supuestamente será el que responderá más rápido. Por tanto, pondríamos 11.11.11.11

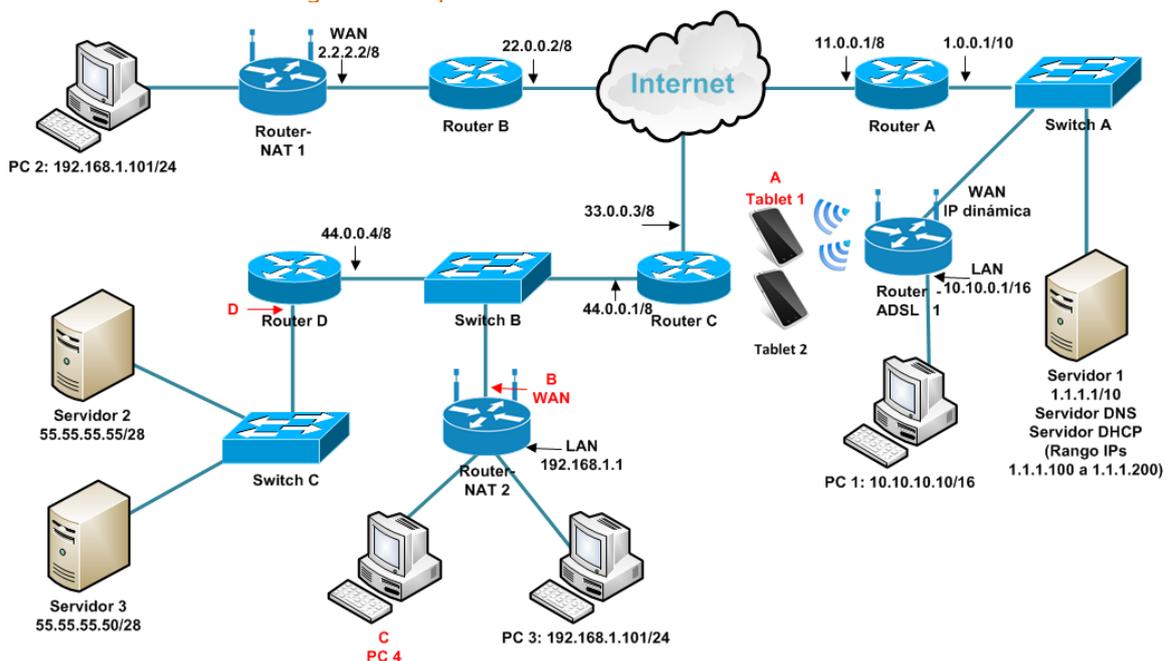


Actividad 2.32: Nos muestran el siguiente listado de empresas y sus redes públicas. Indica que errores encuentras, si no hay errores indica que es correcta.

- a) 169.254.0.0/8
- b) 222.222.222.1/24
- c) 201.202.203.0 Máscara 255.255.0.0
- d) 201.202.203.214/29
- e) 192.169.0.0/30

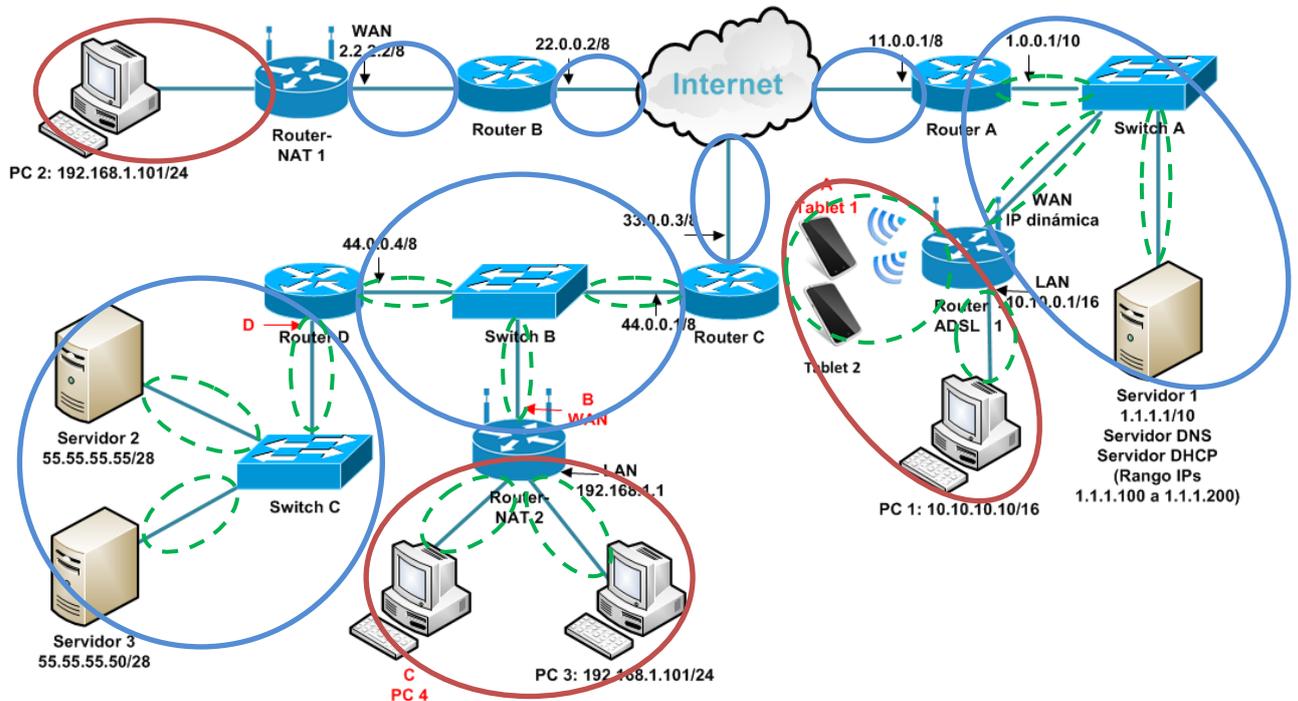
- a) Es un rango reservado para autoconfiguración no puede ser una red pública
- b) La dirección de red es 222.222.222.0/24 primera IP posible
- c) La dirección de red es 201.202.0.0 Máscara 255.255.0.0 primera IP posible
- d) La dirección de red es 201.202.203.208/29 primera IP posible
- e) Correcta. Es muy similar al rango privado 192.168.0.0 pero no está dentro ese rango.

Actividad 2.35: Sobre el siguiente esquema:



- Señala las redes que hay sobre el mismo esquema (dominios de broadcast) e indica si son privadas (marcar en rojo) o públicas (marcar en azul).
- Señala los dominios de colisión, solo los que difieran de los dominios de difusión (marcar en verde)
- Indica una posible configuración IP (dirección IP, máscara, puerta de enlace y DNS) de los puntos indicados A, B, C y D
- Indica las IP públicas (o el rango en que se encontrarían) del Servidor 1, Servidor 2, PC1 y PC2.

- Marcadas en el gráfico (recordad, red = dominio de broadcast)



- Recordemos que cada cable que sale de un switch es un dominio de colisión diferente, el único caso "especial" es que todos los dispositivos conectados a un punto de acceso forman un único dominio de colisión.

- Possible configurations IPs:

Cada red indicada es un link a la calculadora IP que tenéis en la web <http://www.aprendaredes.com/cgi-bin/ipcalc/ipcalc.cgi> Para probar basta introducir IP, máscara y pulsar calcular

- La Tablet 1 tendrá una IP dentro de la red local del router ADSL 1 (10.10.0.0/16), cualquiera diferente a las dos que vemos ya están en uso que son 10.10.10.10 y 10.10.0.1. La máscara será la misma que máscara de red: /16 La puerta de enlace 10.10.0.1 que es la IP de la LAN del router ADSL 1 DNS puede ser cualquiera, pero en el esquema tenemos solo 1.1.1.1
- La IP externa del router NAT 2 está dentro de la red 44.0.0.0/8, exceptuando las dos que ya están en uso 44.0.0.4 y 44.0.0.1 La máscara será la misma que máscara de red: /8 La puerta de enlace más lógica sería la 44.0.0.1, aunque si el router D está bien enrutado también valdría 44.0.0.4 DNS puede ser cualquiera, pero en el esquema tenemos solo 1.1.1.1
- El PC 4 tendrá una IP dentro de la red local del router NAT 2 (192.168.1.0/24), cualquiera diferente a las dos que vemos ya están en uso que son 192.168.1.1 y 192.168.1.101 La máscara será la misma que máscara de red: /24 La puerta de enlace es 192.168.1.1 que es la IP de la LAN del router ADSL 1 DNS puede ser cualquiera, pero en el esquema tenemos solo 1.1.1.1

- D. La IP del router D será una IP dentro de la red **55.55.55.48/28**, cualquiera diferente a las dos que vemos ya están en uso que son 55.55.55.50 y 55.55.55.55  
La máscara será la misma que máscara de red: /28  
En los routers empresariales como es este caso no se habla de puerta de enlace para el interface D, como veremos en el siguiente tema tienen una tabla de enrutamiento, y lo que más parecido a la puerta de enlace sería la ruta por defecto, que en este caso sería 44.0.0.1  
DNS puede ser cualquiera, pero en el esquema tenemos solo 1.1.1.1
- d. IPs públicas:
- Servidor 1: Su IP 1.1.1.1 es una IP pública.
  - Servidor 2: Su IP 55.55.55.55 es una IP pública.
  - PC 1: tiene una IP privada 10.10.10.10 y su IP pública sería la IP del interface WAN del router ADSL 1, que al ser IP dinámica será asignada por el Servidor 1. Por tanto su IP estará dentro del rango 1.1.1.100 a 1.1.1.200
  - PC 2: tiene una IP privada, 192.168.1.101, y su IP pública es la IP del interface WAN del router NAT 1, que es 2.2.2.2