

2.2.Direccionamiento UNICAST en IPv4

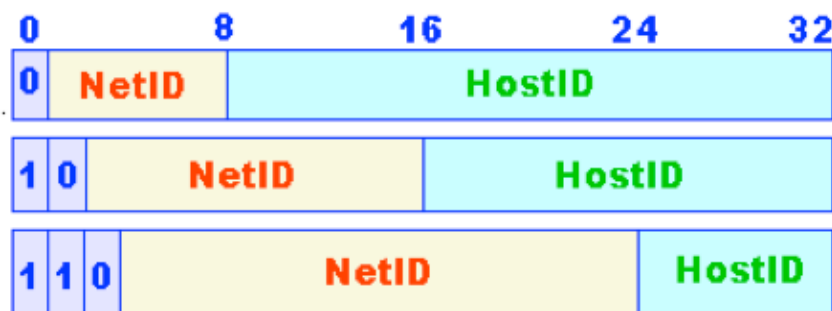
Para comunicarnos con un ordenador y solo uno (*unicast*) de una red diferente a la nuestra, necesitamos saber dos cosas:

- por un lado la red en la que se encuentra y
- por otro, el nombre o identificador de ese equipo dentro de esa red.

Cada equipo conectado a una red tiene que tener una **dirección que lo identifique unívocamente**. Esta dirección recibe el nombre de dirección IP y realmente, no se asocia a un equipo, sino a una interfaz de red o tarjeta de red del equipo. Toda **dirección unicast IPv4 tiene 32 bits (4 bytes u octetos)** y debe ser única; es decir, no puede haber dos equipos que tengan asignada la misma dirección IP.

Una dirección unicast (en adelante, dirección IP) se divide conceptualmente en dos campos:

- **Campo identificador de red (netID)**. Identifica a la red a la que está conectado el host. Es decir, todos los equipos que pertenecen a la misma red dentro de la interred tendrán el mismo identificador de red.
- **Campo identificador de host (hostID)**. Identifica al host dentro de la red específica. No puede haber, en la misma red, dos equipos con el mismo valor en el identificador de host de su dirección IP.



Este mecanismo de direccionamiento es un mecanismo de tipo jerárquico, al igual que lo es el servicio de correo postal, o el servicio de DNS, en contraposición con otros mecanismo no jerárquicos como pueden ser la numeración de los teléfonos móviles. Para llegar a un domicilio concreto, primero tenemos que saber la ciudad, y luego la calle, para finalmente llegar al número de vivienda. Para llegar a un host, primero necesitamos saber la red de dicho host (NetID) y luego el número de host (HostID).

A la hora de manejar una dirección IP, lo podemos hacer de dos formas:

- **Direcciones IP basadas en clases:** es la forma antigua y ya no se utiliza. Se estudia de una forma conceptual para comprender mejor el direccionamiento IP.
- **CIDR (Classless Interdomain Routing):** Desaparece el concepto de clases y aparece la máscara de red.

2.3. Direcciones IP basadas en clases

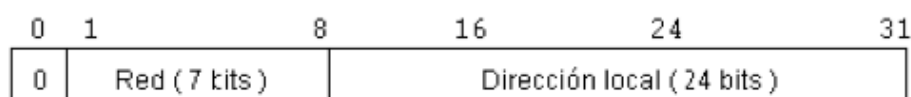
Si reflexionamos un instante sobre este formato de las direcciones IP unicast, observaremos que:

- el tamaño o número de bits que se establezca para el identificador de red influirá en el número de redes posibles en una interred,
- mientras que el tamaño o número de bits que se establezca para el identificador de host influirá en el número de equipos que pueden estar conectados a una misma red.

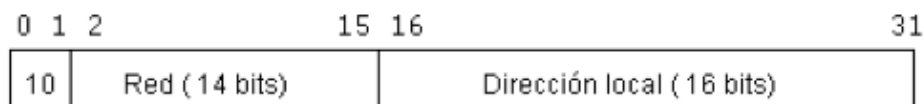
Por lo tanto, ¿qué tamaño es el adecuado fijar para cada uno de estos campos? Es evidente que no todo el mundo va a tener las mismas necesidades de equipos conectados a su red, por lo que establecer un único formato sería contraproducente y produciría un desperdicio de direcciones.

Por ello, se adoptó la solución de tener cinco tipos o clases diferentes de direcciones, dentro de las cuales **solo las tres primeras son válidas para un direccionamiento unicast:**

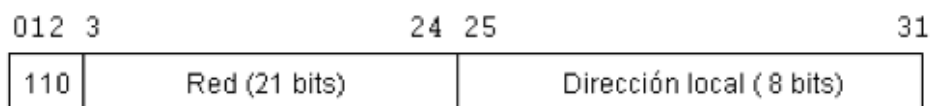
- **Clase A.** Las direcciones IP que pertenecen a esta clase se caracterizan por utilizar 7 bits para el identificador de red y 24 bits para el identificador de host. Esto quiere decir que sólo puede haber **$2^7 = 128$ redes** de tipo A, cada una de las cuales puede albergar **$2^{24} = 16\ 777\ 216$ equipos** (posteriormente veremos que, realmente, son menos, tanto el número de redes como el número de equipos por red). Esta clase de direcciones fue pensada para que fuesen adquiridas por organizaciones que necesitasen un número extremadamente elevado de equipos conectados, las cuales se pensó que no serían muchas.



- **Clase B.** Las direcciones IP que pertenecen a esta clase se caracterizan por utilizar 14 bits para el identificador de red y 16 bits para el identificador de host. Esto quiere decir que puede haber $2^{14} = 16\ 384$ **redes** de tipo B, cada una de las cuales puede albergar $2^{16} = 65\ 536$ **equipos** (posteriormente veremos que, realmente, son menos, tanto el número de redes como el número de equipos por red). Esta clase de direcciones fue pensada para que fuesen adquiridas por organizaciones que necesitasen un número medio de equipos conectados, las cuales se pensó que serían una cantidad moderada.



- **Clase C.** Las direcciones IP que pertenecen a esta clase se caracterizan por utilizar 21 bits para el identificador de red y 8 bits para el identificador de host. Esto quiere decir que puede haber $2^{21} = 2\ 097\ 152$ **redes** de tipo C, cada una de las cuales puede albergar $2^8 = 256$ **equipos** (posteriormente veremos que, realmente, son menos, tanto el número de redes como el número de equipos por red). Esta clase de direcciones fue pensada para que fuesen adquiridas por organizaciones que necesitasen un número reducido de equipos conectados, las cuales se pensó que serían la mayoría de ellas.



- **Clase D.** Es una clase especial utilizada para comunicación multicast. Las direcciones IP que pertenecen a esta clase comienzan por 1110. El resto de los 28 bits se utiliza para identificar a un grupo multicast.
- **Clase E.** Es una clase reservada y experimental. Las direcciones IP que pertenecen a esta clase comienzan por 1111.

Para que las direcciones IP sean un poco más manejables por las personas, ya que es imposible que lleguemos a memorizar los 32 bits de cada dirección, se ideó una representación especial de direcciones IP, llamada **notación decimal o notación punto**. En esta notación cada uno de los cuatro octetos de la dirección IP se sustituye por su

número decimal correspondiente, que estará entre 0 y 255 (8 bits). Además, cada uno de los cuatro números decimales resultantes estará separado del siguiente por un punto.

Ejemplo:

```

1 1 0 0 0 0 0 0   1 0 1 0 1 0 0 0   0 0 0 0 0 1 0 1   1 1 0 0 1 1 0 1
      192           .           168           .           5           .           205
  
```

Observando el ejemplo anterior, sabemos que la dirección 192.168.5.205 es de tipo C, pues empieza por los bits 110. Por lo tanto, el identificador de red viene dado por los tres primeros octetos (192.168.5), mientras que el identificador de host viene dado por el último octeto (205). Esto quiere decir que la dirección anterior identifica al host 205 dentro de la red IP 192.168.5.

NOTA: No debemos olvidar que aunque nosotros utilicemos la notación decimal, internamente, los ordenadores utilizan la notación binaria de las direcciones.

Cuando tenemos una dirección IPv4 es fundamental saber descifrarla y averiguar donde esta la frontera que divide la parte de red y la parte de host. Esto lo podemos sabiendo la clase a la que pertenece la dirección IP (y más tarde lo haremos a través de la máscara de red)

Para conocer por tanto esta clase, o bien transformamos a binario el primer octeto y comprobamos los primeros bits o bien podemos consultar una tabla resumen con el rango de cada una de las clases:

clase	rango	nº redes	nº host /red	mascara defecto	broadcast
A	1.0.0.0 - 127.255.255.255	128 (7 bits)	16.777.214 (24 bits)	255.0.0.0	x.255.255.255
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	16.384 (14 bits)	65.534 (16 bits)	255.255.0.0	x.x.255.255
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	2.097.152 (21 bits)	254 (8 bits)	255.255.255.0	x.x.x.255
D	224.0.0.0 - 239.255.255.255				
E	240.0.0.0 - 255.255.255.255				

2.4. Direcciones especiales en IPv4

Como hemos visto anteriormente en esta unidad, una dirección IPv4 está formada por 32 bits y cualquier combinación de ceros y unos en estos 32 bits es una dirección IP que representará a un equipo de la interred. Sin embargo, esto no es del todo cierto, pues existen ciertas combinaciones de estos bits, es decir, **ciertas direcciones IP**, que **tienen un uso y significado especial y que no pueden utilizarse como el resto**.

Veamos cuáles son:

- **La dirección de red:** No se puede asignar a ningún equipo una dirección IP en la que el identificador de host tenga un valor de todo a cero. Este tipo de dirección se utiliza para identificar a una red en sí y es por eso que no puede ser asignada a ningún host de dicha red.
 - La dirección IP 5.0.0.0 identifica a la red 5 de clase A en su conjunto, pero no se refiere a ningún host dentro de dicha red.
 - La dirección IP 155.54.0.0 identifica a la red 155.54 de clase B en su conjunto, pero no se refiere a ningún host dentro de dicha red.
 - La dirección IP 204.122.8.0 identifica a la red 204.122.8 de clase C en su conjunto, pero no se refiere a ningún host dentro de dicha red.

Estas direcciones son las que utilizan, por ejemplo, los routers para identificar a una red en las tablas de enrutamiento que utilizan sus algoritmos de enrutamiento.

- **La dirección de broadcast:** No se puede asignar a ningún equipo una dirección IP en la que el identificador de host tenga un valor de todo a uno. Este tipo de dirección representa a todos los equipos de la red indicada en el identificador de red correspondiente. Por lo tanto, cualquier información que se envíe a una dirección de este tipo será entregada a todos los equipos de esa red. Esto es lo que se llama broadcast o difusión dirigida a nivel IP.
 - La dirección IP 5.255.255.255 identifica a todos los equipos de la red 5 de clase A. Toda información dirigida a dicha dirección llegará a todos los equipos dentro de esa red.
 - La dirección IP 155.54.255.255 identifica a todos los equipos de la red 155.54 de clase B. Toda información dirigida a dicha dirección llegará a todos los equipos dentro de esa red.
 - La dirección IP 204.122.8.255 identifica a todos los equipos de la red 204.122.8 de clase C. Toda información dirigida a dicha dirección llegará a todos los equipos dentro de esa red.

- **Red cero:** La red que viene dada por el identificador de red cuyo valor sea de todo a cero, no existe. Este tipo de identificador se interpreta como “esta red”. Por lo tanto, cuando un equipo manda una información a una dirección de este tipo, se la está mandando al equipo de su propia red IP que venga dado por el identificador de host correspondiente.

- La dirección IP 0.125.3.34, identifica al equipo 125.3.34 dentro de la red IP de clase A local.
- La dirección IP 0.0.3.34, identifica al equipo 3.34 dentro de la red IP de clase B local.
- La dirección IP 0.0.0.34, identifica al equipo 34 dentro de la red IP de clase C local.

- **Todo a cero / todo a uno:** Las direcciones 0.0.0.0 y 255.255.255.255 no se pueden utilizar. En algunas ocasiones se usan en el procedimiento de arranque de los equipos pero nunca como destino de ninguna información. La 0.0.0.0 se utiliza en ocasiones en las tablas de enrutamiento.

- **Dirección de loopback:** La red de clase A 127.0.0.0 no puede ser asignada a ninguna red. Todas las direcciones de esta red se utilizan para realizar comprobaciones de que la pila TCP/IP está operativa dentro del propio equipo. En la práctica sólo se usa la dirección 127.0.0.1, también conocida como dirección de loopback. Los mensajes enviados a esta dirección nunca abandonan el host local; es decir, no producen tráfico en la red.

En la siguiente tabla tenemos un resumen de todas estas direcciones especiales:

Bits de red	Bits de host	Significado	Ejemplo
todos 0		Mi propio host	0.0.0.0
todos 0	host	Host indicado dentro de mi red	0.0.0.10
red	todos 0	Red indicada	192.168.1.0
todos 1		Difusión a mi red	255.255.255.255
red	todos 1	Difusión a la red indicada	192.168.1.255
127	cualquier valor válido de host	Loopback (mi propio host)	127.0.0.1

Como consecuencia de estas direcciones “prohibidas”, nos damos cuenta que a la hora de asignar una IP a un equipo de una red, no podemos elegir ni la primera ni la última dirección, por tratarse de la dirección de red y de la dirección de broadcast

respectivamente. De esta forma, para una dirección de clase C, teniendo 8 bits para direccionar equipos, solamente son válidas $2^8 - 2$ direcciones, es decir, 254 IP's. De igual manera ocurre en las otras dos clases.

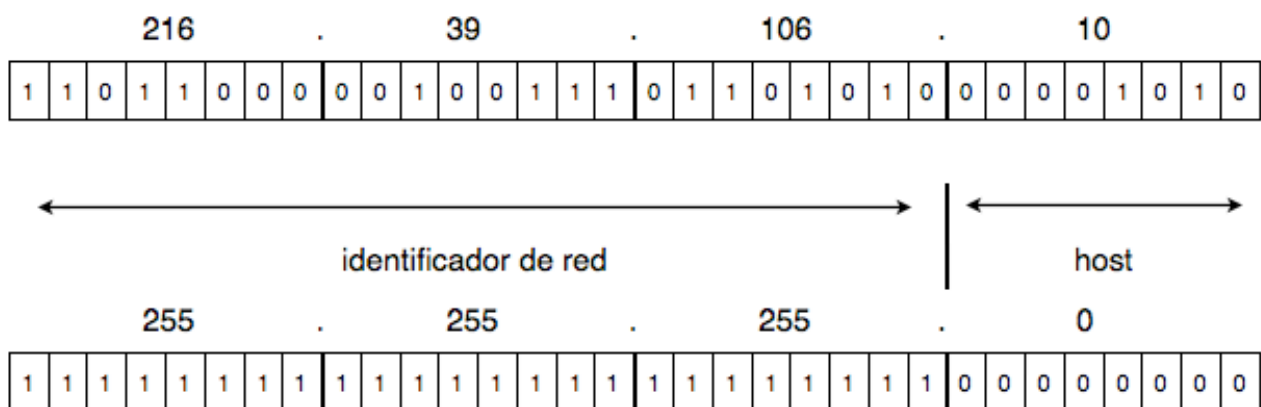
2.5. CIDR (Classless Interdomain Routing)

Para manejar las direcciones IP, se introdujo una mejora que evitaba el uso de las clases. Esta mejora es CIDR e introducía un nuevo elemento denominado *máscara de red*.

Con la máscara de red podemos averiguar dada una dirección IP, que parte de la misma conforma el identificador de red y que parte el identificador de host, que a la postre es lo que necesitamos saber para direccionar a todos los equipos de una misma red.

La máscara de red asociada a una dirección IPv4 es un número de 32 bits en el que:

- Estarán puestos a 1 todos aquellos bits que en la dirección IPv4 que formen parte del identificador de red.
- Estarán puestos a 0 todos aquellos bits que en la dirección IPv4 formen parte del identificador de host.



Esta máscara la podemos representar de dos maneras:

- formato decimal: convertimos cada octeto a decimal tal y como lo hacemos con la dirección IP.
- formato abreviado: ya que la máscara estará siempre formada por una serie de unos seguida de una serie de ceros, vamos a representar la máscara diciendo el número de unos seguidos que contiene la misma

$$255.255.255.0 = /24$$

$$255.255.0.0 = /16$$

$$255.0.0.0 = /8$$

Consecuentemente, las tres clases de direcciones vistas anteriormente, tendrán una máscara de clase por defecto, que será:

- Las direcciones de clase A tendrán una máscara asociada de 255.0.0.0
- Las direcciones de clase B tendrán una máscara asociada de 255.255.0.0
- Las direcciones de clase C tendrán una máscara asociada de 255.255.255.0

Por lo tanto, aunque a veces hablemos de “la dirección de clase X”, ya no sería formalmente correcto, y hablaremos de “la dirección con máscara X”.

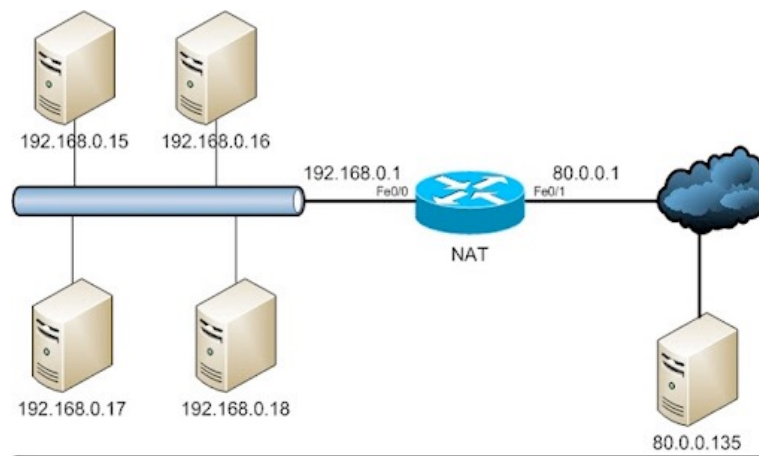
Por ejemplo, hablaremos de la dirección 10.34.27.184 / 255.0.0.0 o dirección 10.34.27.184 / 8

2.6. Direcciones IP privadas

Cuando se ideó el protocolo IPv4 se creyó que el número de IP's en total disponibles era suficiente para todos los equipos del mundo. Evidentemente esto no ha sido así. No hay suficientes direcciones para todo dispositivo conectado a Internet. Es por ello que se tomó una decisión de crear dos tipos de direcciones, unas públicas y otras privadas. La idea es que **las direcciones públicas son únicas en la red y serán las únicas que los enrutadores manejarán**, mientras que **las direcciones privadas se pueden repetir en redes locales que no estén conectadas entre sí**. De esta forma, no puede haber conflicto entre dos direcciones privadas iguales de dos empresas diferentes. **Lo que no se podría hacer es repetir direcciones privadas dentro de una red local de una empresa.**

En base a esta idea, una organización A puede utilizar para sus equipos un rango de direcciones privadas y ese mismo rango lo puede utilizar otra empresa B diferente a la anterior. ¿Porqué la mayoría de los router-ADSL de los ISP's tienen la misma dirección de configuración, la 192.168.1.1? Es como si cada cliente fuera una empresa.

Si un dispositivo de una red privada necesita comunicarse con otro dispositivo de otra red privada distinta, es necesario que cada red cuente con una **puerta de enlace con una dirección IP pública**, de manera que pueda ser alcanzada desde fuera de la red y así se pueda establecer una comunicación, ya que un enrutador podrá tener acceso a esta puerta de enlace hacia la red privada. Típicamente, esta puerta de enlace será un dispositivo de traducción de dirección de red (NAT) o un servidor proxy. En la mayoría de los casos, el dispositivo que hace NAT es un router.



Cuando una empresa o un particular solicita una conexión de Internet a un ISP, este normalmente le proporcionará una IP pública. Es la empresa o el particular el que debe de asignar IP's privadas a todos los equipos de su red. Cada equipos de la empresa que se quiera comunicar con otro equipo de fuera, de Internet, se comunicará por medio de la IP pública. Por tanto, todos los equipos de la empresa comparten la misma IP pública de cara a Internet.

El rango de IP's privadas lo podemos ver en el siguiente cuadro:

Nombre	rango de direcciones IP	número de IPs	descripción de la clase	mayor bloque de CIDR
bloque de 24 bits	10.0.0.0 – 10.255.255.255	16.777.216	clase A simple	10.0.0.0/8
bloque de 20 bits	172.16.0.0 – 172.31.255.255	1.048.576	16 clases B continuas	172.16.0.0/12
bloque de 16 bits	192.168.0.0 – 192.168.255.255	65.536	256 clases C continuas	192.168.0.0/16
bloque de 16 bits	169.254.0.0 – 169.254.255.255	65.536	clase B simple	169.254.0.0/32

El último bloque de direcciones se suele utilizar por el protocolo BOOTP de asignación de direcciones privadas de una forma automática.