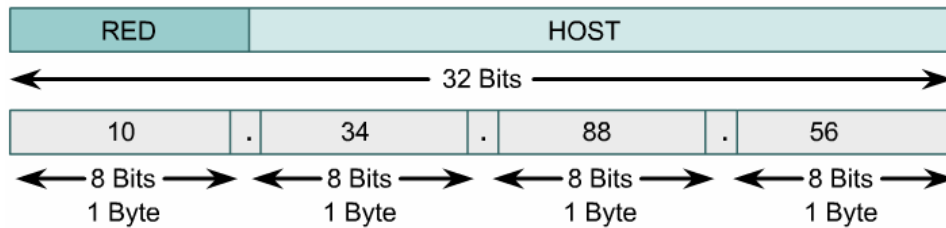


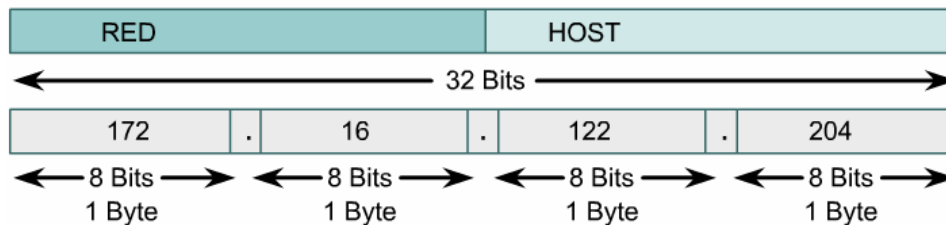
## Direcciones IPv4 y máscaras de red

Las direcciones binarias de 32 bits que se usan en Internet se denominan direcciones de Protocolo Internet (IP). En esta sección se describe la relación entre las direcciones IP y las máscaras de red.

### Clase A



### Clase B



Cuando se asignan direcciones IP a los ordenadores, algunos de los bits del lado izquierdo del número IP de 32 bits representan una red. La cantidad de bits designados depende de la clase de dirección. Los bits restantes en la dirección IP de 32 bits identifican un ordenador de la red en particular. El ordenador se denomina host. La dirección IP de un ordenador está formada por una parte de red y otra de host que representa a un ordenador en particular de una red en particular.

Para informarle al ordenador cómo se ha dividido la dirección IP de 32 bits, se usa un segundo número de 32 bits denominado máscara de subred. Esta máscara es una guía que indica cómo se debe interpretar la dirección IP al identificar cuántos de los bits se utilizan para identificar la red del ordenador. La máscara de subred completa los unos desde la parte izquierda de la máscara de forma secuencial. **Una máscara de subred estará formada por unos hasta que se identifique la dirección de red y luego estará formada por ceros desde ese punto hasta el extremo derecho de la máscara.** Los bits de la máscara de subred que son ceros identifican al ordenador o host en esa red.

A continuación se suministran algunos ejemplos de máscaras de subred:

11111111000000000000000000000000 escrito en notación decimal separada por puntos es 255.0.0.0

O bien,

11111111111111111000000000000000 escrito en notación decimal separada por puntos es 255.255.0.0

En el primer ejemplo, los primeros ocho bits desde la izquierda representan la parte de red de la dirección y los últimos 24 bits representan la parte de host de la dirección.

En el segundo ejemplo, los primeros 16 bits representan la parte de red de la dirección y los últimos 16 bits representan la parte de host de la dirección.

La conversión de la dirección IP 10.34.23.134 en números binarios daría como resultado lo siguiente:

00001010.00100010.00010111.10000110

La ejecución de una operación AND booleana con la dirección IP 10.34.23.134 y la máscara de subred 255.0.0.0 da como resultado la dirección de red de este host:

```

00001010.00100010.00010111.10000110
11111111.00000000.00000000.00000000
-----
00001010.00000000.00000000.00000000

```

Convirtiendo el resultado a una notación decimal separada por puntos, se obtiene **10.0.0.0** que es la parte de red de la dirección IP cuando se utiliza la máscara 255.0.0.0.

```

00001010.00100010.00010111.10000110
11111111.11111111.00000000.00000000
-----
00001010.00100010.00000000.00000000

```

Convirtiendo el resultado a una notación decimal separada por puntos, se obtiene **10.34.0.0** que es la parte de red de la dirección IP cuando se utiliza la máscara 255.255.0.0.

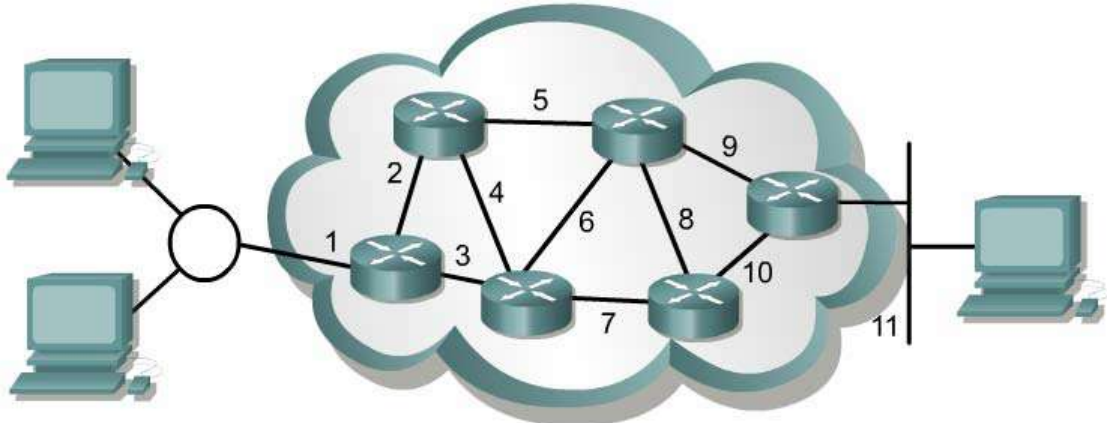
La notación *CIDR* permite declarar la máscara junto con la dirección IP indicando al final de esta el número de bits que corresponden a la parte de red:

192.168.1.64/**24** indica una máscara 255.255.255.0 (8x3=**24** bits) 11111111.11111111.11111111.00000000

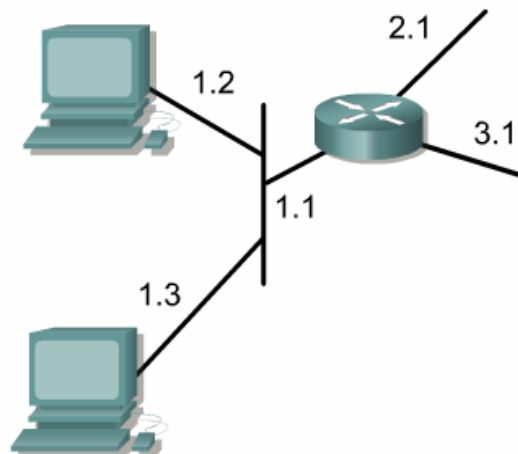
172.26.3.34/**16** indica una máscara 255.255.0.0 (8x2=**16** bits) 11111111.11111111.00000000.00000000

## Direccionamiento IPv4

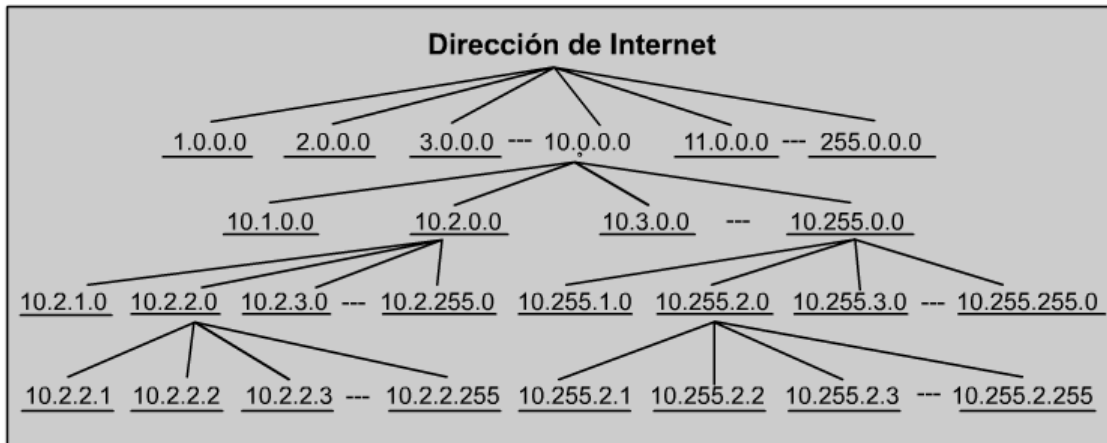
Un Router envía los paquetes desde la red origen a la red destino utilizando el protocolo IP. Los paquetes deben incluir un identificador tanto para la red origen como para la red destino. Utilizando la dirección IP de una red destino, un Router puede enviar un paquete a la red correcta. Cuando un paquete llega a un Router conectado a la red destino, este utiliza la dirección IP para localizar el computador en particular conectado a la red. Este sistema funciona de la misma forma que un sistema nacional de correo. Cuando se envía una carta, primero debe enviarse a la oficina de correos de la ciudad destino, utilizando el código postal. Dicha oficina debe entonces localizar el destino final en la misma ciudad utilizando el domicilio. Es un proceso de dos pasos.



De igual manera, cada dirección IP consta de dos partes. Una parte identifica la red donde se conecta el sistema y la segunda identifica el sistema en particular de esa red. Cada byte varía de 0 a 255. Cada uno de los bytes se divide en 256 subgrupos y éstos, a su vez, se dividen en otros 256 subgrupos con 256 direcciones cada uno. Al referirse a una dirección de grupo inmediatamente arriba de un grupo en la jerarquía, se puede hacer referencia a todos los grupos que se ramifican a partir de dicha dirección como si fueran una sola unidad.



Red	Host
1	1
	2
	3
2	1
3	1



Este tipo de dirección recibe el nombre de dirección jerárquica porque contiene diferentes niveles. Una dirección IP combina estos dos identificadores en un solo número. Este número debe ser un número exclusivo, porque las direcciones repetidas harían imposible el enrutamiento. La primera parte identifica la dirección de la red del sistema. La segunda parte, la parte del host, identifica una máquina en particular de la red.

Clase de dirección	Cantidad de redes	Cantidad de hosts por red
A	126 *	16,777,216
B	16,384	65,535
C	2,097,152	254
D (Multicast)	No es aplicable	No es aplicable

Las direcciones IP se dividen en clases para definir las redes de tamaño pequeño, mediano y grande. Las direcciones Clase A se asignan a las redes de mayor tamaño. Las direcciones Clase B se utilizan para las redes de tamaño medio y las de Clase C para redes pequeñas. El primer paso para determinar qué parte de la dirección identifica la red y qué parte identifica el host es identificar la clase de dirección IP.

Clase de dirección IP:	Bits de mayor peso	Primer intervalo de dirección de octeto	Número de bits en la dirección de red
Clase A	0	0 - 127 *	8
Clase B	10	128 - 191	16
Clase C	110	192 - 223	24
Clase D	1110	224 - 239	28

## Direcciones IPv4 Clase, A, B, C, D y E

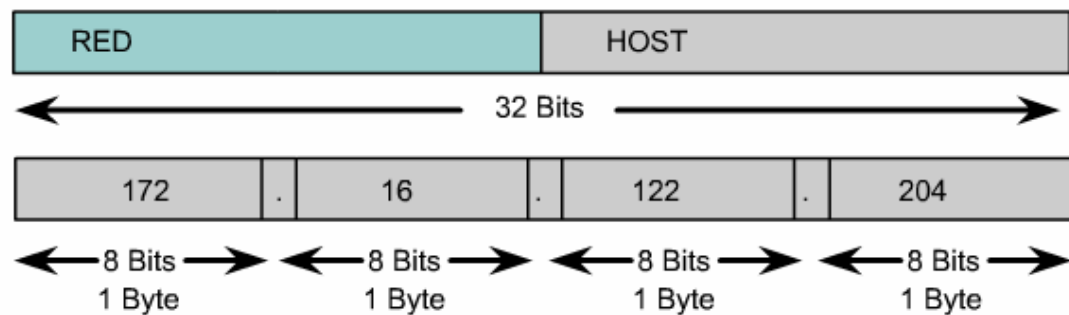
Para adaptarse a redes de distintos tamaños y para ayudar a clasificarlas, las direcciones IP se dividen en grupos llamados clases. Esto se conoce como direccionamiento *classful*. Cada dirección IP completa de 32 bits se divide en la parte de la red y parte del host. Un bit o una secuencia de bits al inicio de cada dirección determinan su clase.

Clase A	Red	Host		
Octet	1	2	3	4

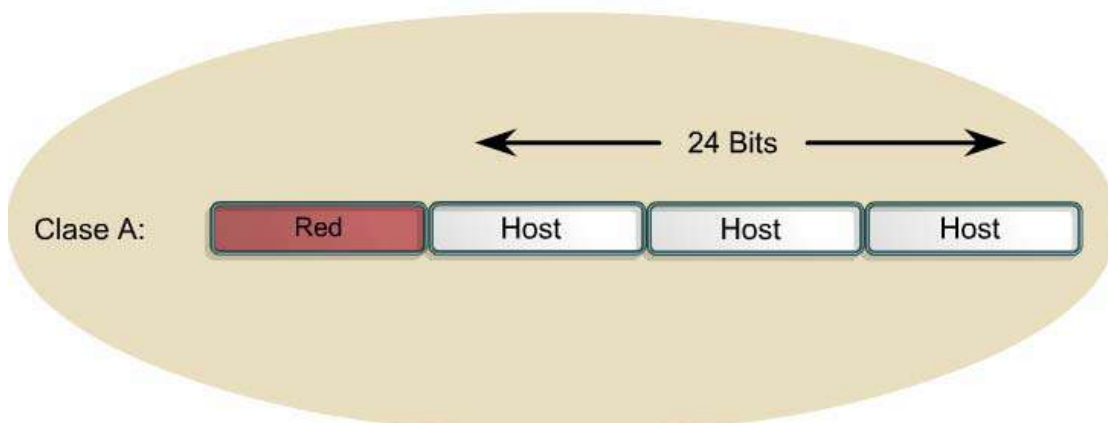
Clase B	Red		Host	
Octet	1	2	3	4

Clase C	Red			Host
Octet	1	2	3	4

Clase D	Host			
Octet	1	2	3	4



La dirección Clase A se diseñó para admitir redes de tamaño extremadamente grande, de más de 16 millones de direcciones de host disponibles. Las direcciones IP Clase A utilizan sólo el primer byte para indicar la dirección de la red. Los tres bytes restantes son para las direcciones host.

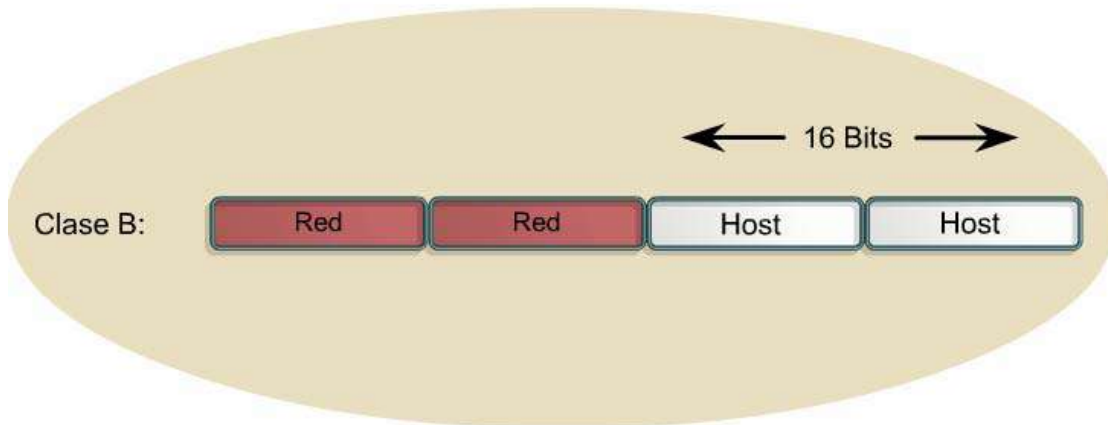


El primer bit de la dirección Clase A siempre es 0. Con dicho primer bit, que es un 0, el menor número que se puede representar es 00000000, 0 decimal. El valor más alto que se puede representar es 01111111, 127 decimal. Estos números 0 y 127 quedan reservados y no se pueden utilizar como direcciones de red.

Cualquier dirección que comience con un valor entre 1 y 126 en el primer byte es una dirección Clase A.

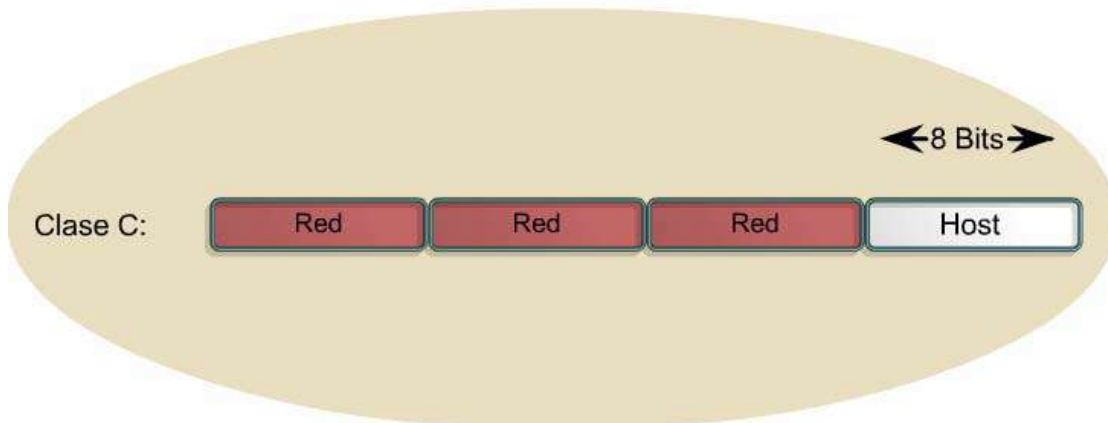
La red 127.0.0.0 se reserva para las pruebas de *loopback* o *bucle local*. Los Routers o las máquinas locales pueden utilizar esta dirección para enviar paquetes nuevamente hacia ellos mismos. Por lo tanto, no se puede asignar este número a una red.

La dirección Clase B se diseñó para cumplir las necesidades de redes de tamaño moderado a grande. Una dirección IP Clase B utiliza los primeros dos de los cuatro bytes para indicar la dirección de la red. Los dos bytes restantes especifican las direcciones del host.



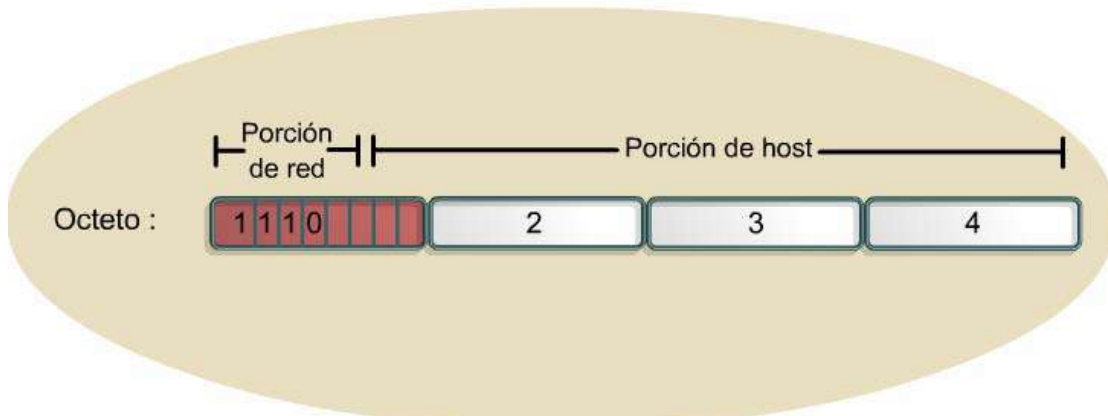
Los primeros dos bits del primer byte de la dirección Clase B siempre son 10. Los seis bits restantes pueden poblarse con unos o ceros. Por lo tanto, el menor número que puede representarse en una dirección Clase B es 10000000, 128 decimal. El número más alto que puede representarse es 10111111, 191 decimal. Cualquier dirección que comience con un valor entre 128 y 191 en el primer byte es una dirección Clase B.

El espacio de direccionamiento Clase C es el que se utiliza más frecuentemente en las clases de direcciones originales. Este espacio de direccionamiento tiene el propósito de admitir redes pequeñas con un máximo de 254 hosts.



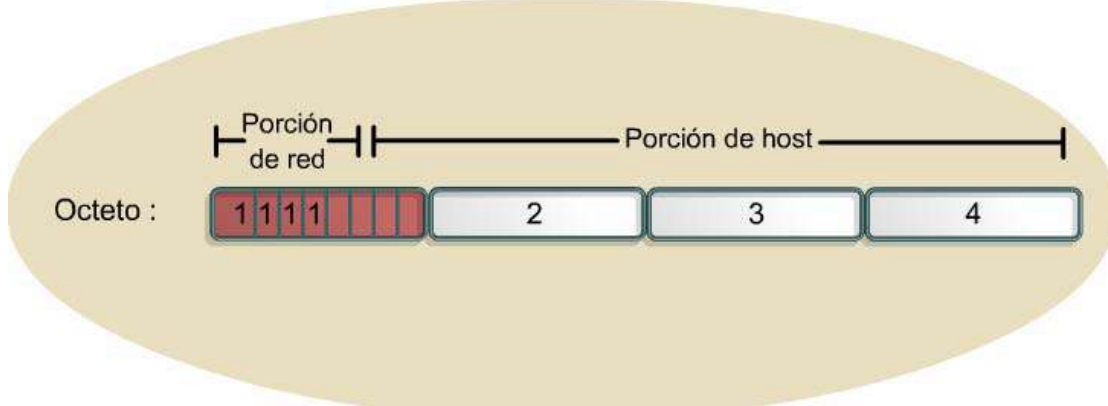
Una dirección Clase C comienza con el binario 110. Por lo tanto, el menor número que puede representarse es 11000000, 192 decimal. El número más alto que puede representarse es 11011111, 223 decimal. Si una dirección contiene un número entre 192 y 223 en el primer byte, es una dirección de Clase C.

La dirección Clase D se creó para permitir *multicast* en una dirección IP. Una dirección *multicast* es una dirección exclusiva de red que dirige los paquetes con esa dirección destino hacia grupos predefinidos de direcciones IP. Por lo tanto, una sola estación puede transmitir de forma simultánea una sola corriente de datos a múltiples receptores.



El espacio de direccionamiento Clase D, en forma similar a otros espacios de direccionamiento, se encuentra limitado matemáticamente. Los primeros cuatro bits de una dirección Clase D deben ser 1110. Por lo tanto, el primer rango de byte para las direcciones Clase D es 11100000 a 11101111, o 224 a 239. Una dirección IP que comienza con un valor entre 224 y 239 en el primer byte es una dirección Clase D.

Se ha definido una dirección Clase E. Sin embargo, la Fuerza de tareas de ingeniería de Internet (IETF) ha reservado estas direcciones para su propia investigación. Por lo tanto, no se han emitido direcciones Clase E para ser utilizadas en Internet. Los primeros cuatro bits de una dirección Clase E siempre son 1s. Por lo tanto, el rango del primer byte para las direcciones Clase E es 11110000 a 11111111, o 240 a 255.



A continuación se muestra el rango de las direcciones IP del primer byte tanto en decimales como en binarios para cada clase de dirección IP.

Clase de dirección IP	Intervalo de dirección IP (Valor decimal d
Clase A	1-126 (00000001-01111110) *
Clase B	128-191 (10000000-10111111)
Clase C	192-223 (11000000-11011111)
Clase D	224-239 (11100000-11101111)
Clase E	240-255 (11110000-11111111)

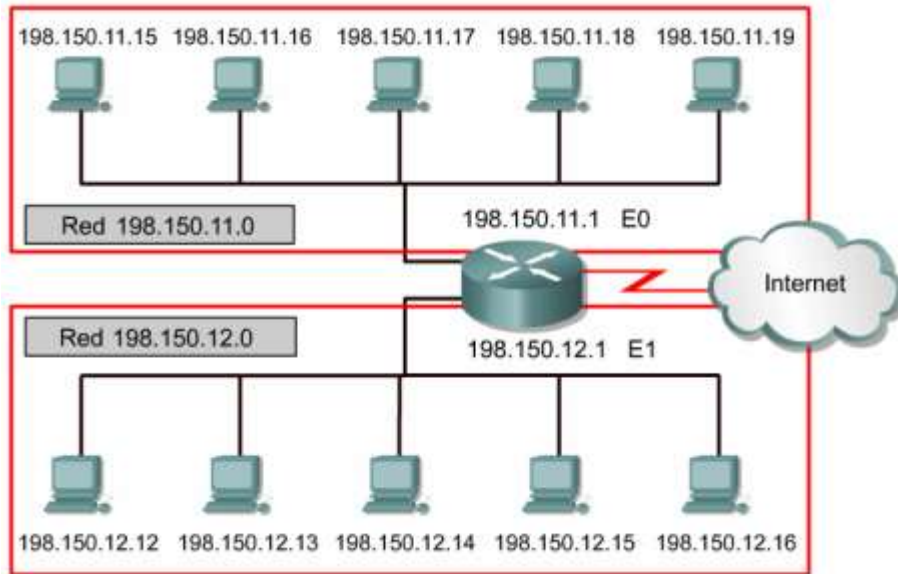
## Direcciones IP reservadas

Ciertas direcciones de host son reservadas y no pueden asignarse a dispositivos de la red.

Estas direcciones de host reservadas incluyen:

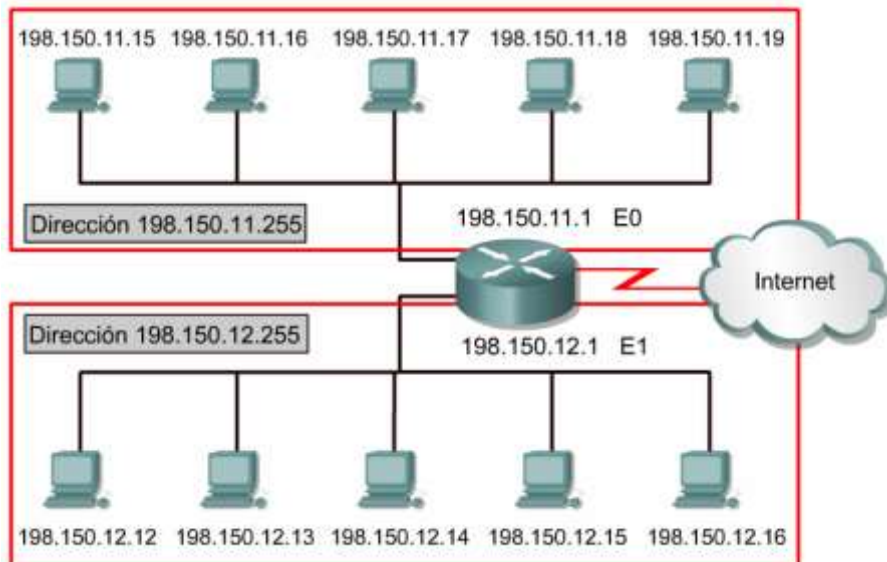
- **Dirección de red:** Utilizada para identificar la red en sí.

En la Figura siguiente, la sección que está identificada en el casillero superior representa la red 198.150.11.0. Los datos enviados a cualquier host de dicha red (198.150.11.1 - 198.150.11.254) se verá desde afuera de la red del área local con la dirección 198.159.11.0. Los números del host sólo tienen importancia cuando los datos se encuentran en una red de área local. La LAN contenida en el casillero inferior recibe el mismo tratamiento que la LAN superior, sólo que el número de la red es 198.150.12.0.



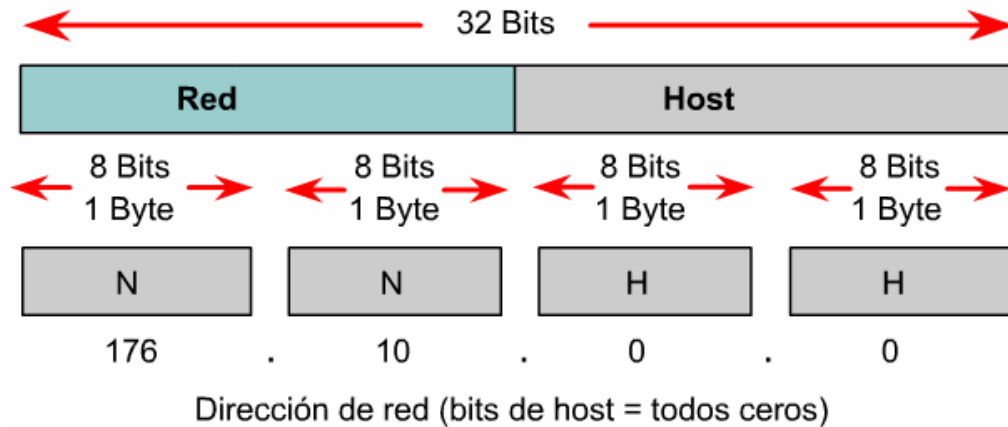
- **Dirección de broadcast:** Utilizada para realizar la *difusión* de paquetes hacia todos los dispositivos de una red.

En la Figura siguiente, la sección que se identifica en el casillero superior representa la dirección de *broadcast* 198.150.11.255. Todos los hosts de la red leerán los datos enviados a esa dirección de *broadcast* (198.150.11.1 - 198.150.11.254). La LAN contenida en el casillero inferior recibe el mismo tratamiento que la LAN superior, sólo que la dirección de *broadcast* es 198.150.12.255.



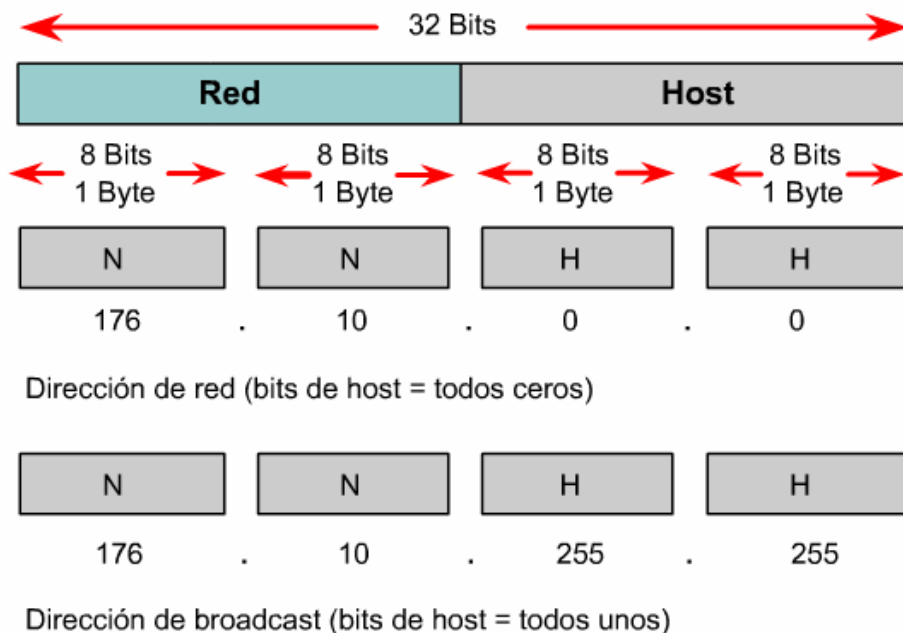


La dirección IP que tiene ceros binarios en todas las posiciones de bits de host queda reservada para la dirección de red. Tomando como ejemplo una red Clase A, 113.0.0.0 es la dirección IP de la red, conocida como el ID (identificador) de la red, que contiene el host 113.1.2.3. Un *Router* usa la dirección IP de red al enviar datos por Internet. En un ejemplo de red Clase B, la dirección 176.10.0.0 es una dirección de red, como se muestra a continuación:



En una dirección de red Clase B, los primeros dos bytes se designan como porción de red. Los últimos dos bytes contienen ceros, dado que esos 16 bits corresponden a los números de host y se utilizan para identificar los dispositivos que están conectados a la red. La dirección IP, 176.10.0.0, es un ejemplo de una dirección de red. Esta dirección nunca se asigna como dirección de host. Una dirección de host para un dispositivo conectado a la red 176.10.0.0 podría ser 176.10.16.1. En este ejemplo, "176.10" es la parte de RED y "16.1" es la parte de host.

Para enviar información a todos los dispositivos de la red, se necesita una dirección de broadcast. Un broadcast se produce cuando una fuente envía datos a todos los dispositivos de una red. Para asegurar que todos los demás dispositivos de una red procesen el broadcast, el transmisor debe utilizar una dirección IP destino que ellos puedan reconocer y procesar. Las direcciones IP de broadcast terminan con unos binarios en toda la parte de la dirección que corresponde al host.

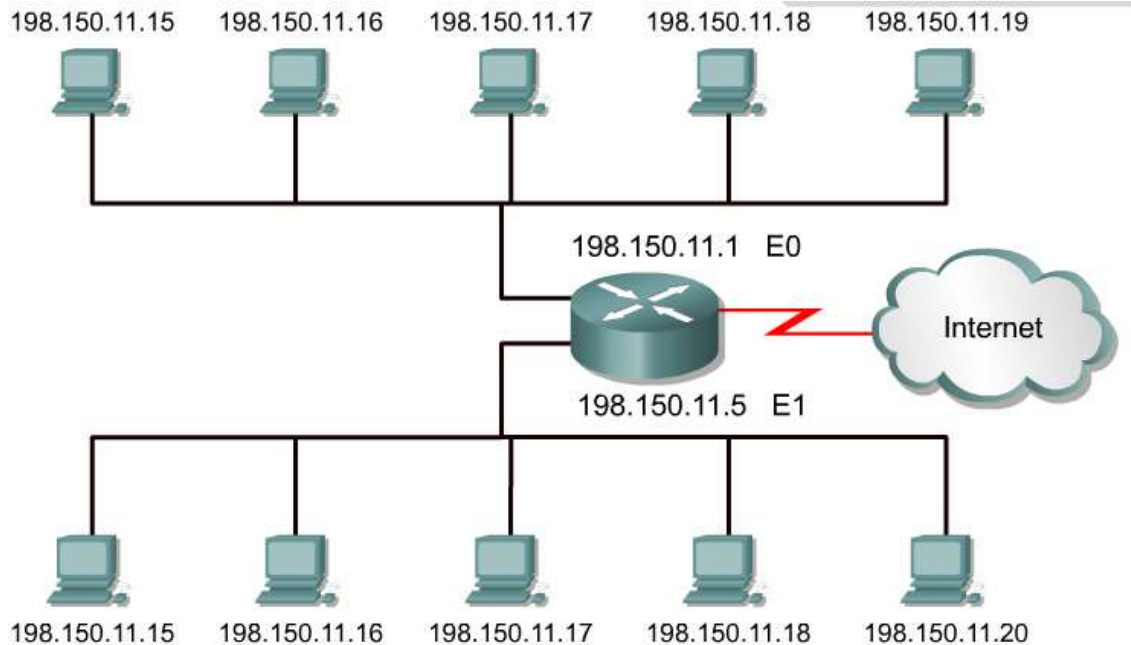


En el ejemplo de la red 176.10.0.0, los últimos 16 bits componen el campo del host o la parte de la dirección del host. El *broadcast* que se envía a todos los dispositivos de la red incluye una dirección destino de 176.10.255.255. Esto se produce porque 255 es el valor decimal de un byte que contiene 11111111.



## Direcciones IP públicas y privadas

La estabilidad de la Internet depende de forma directa de la exclusividad de las direcciones de red utilizadas públicamente. En la Figura siguiente se muestran ciertos aspectos del esquema del direccionamiento de red. Al observar las redes, ambas tienen la dirección 198.150.11.0. El Router que aparece en esta ilustración no podrá enviar los paquetes de datos correctamente. Las direcciones IP de red repetidas hacen que el Router no pueda realizar su trabajo de seleccionar la mejor ruta. Es necesario que cada dispositivo de la red tenga una dirección exclusiva.



Hizo falta un procedimiento para asegurar que las direcciones fueran, de hecho, exclusivas. En un principio, una organización conocida como el Centro de información de la red Internet (InterNIC) manejaba este procedimiento. InterNIC ya no existe y la Agencia de asignación de números de Internet (IANA) la ha sucedido. IANA administra, cuidadosamente, la provisión restante de las direcciones IP para garantizar que no se genere una repetición de direcciones utilizadas de forma pública. La repetición suele causar inestabilidad en la Internet y compromete su capacidad para entregar datagramas a las redes.

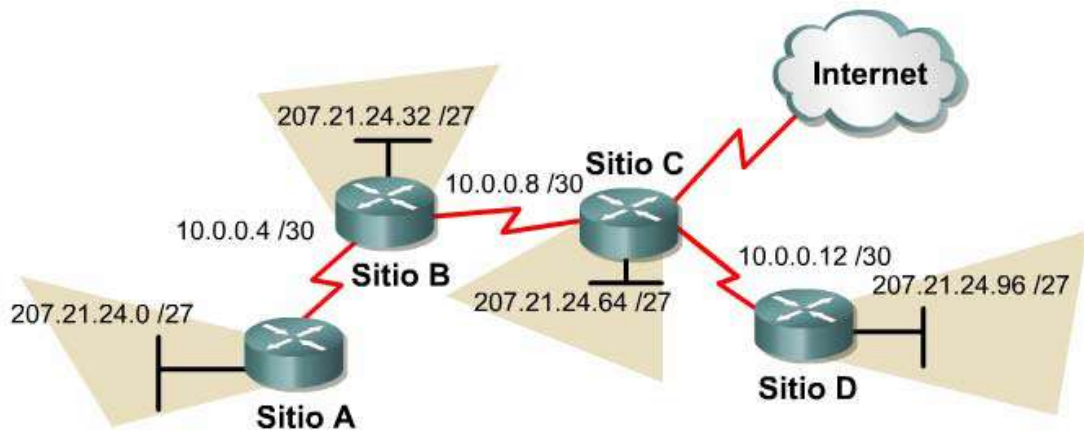
Las direcciones IP públicas son exclusivas. Dos máquinas que se conectan a una red pública nunca pueden tener la misma dirección IP porque las direcciones IP públicas son globales y están estandarizadas. Todas las máquinas que se conectan a la Internet acuerdan adaptarse al sistema. Hay que obtener las direcciones IP públicas de un proveedor de servicios de Internet (ISP) o un registro, a un costo.

Con el rápido crecimiento de Internet, las direcciones IP públicas comenzaron a escasear. Se desarrollaron nuevos esquemas de direccionamiento, tales como el enrutamiento entre dominios sin clase (CIDR) y el IPv6, para ayudar a resolver este problema.

Las direcciones IP privadas son otra solución al problema del inminente agotamiento de las direcciones IP públicas. Como ya se ha mencionado, las redes públicas requieren que los hosts tengan direcciones IP únicas. Sin embargo, las redes privadas que no están conectadas a la Internet pueden utilizar cualquier dirección de host, siempre que cada host dentro de la red privada sea exclusivo. Existen muchas redes privadas junto con las redes públicas. Sin embargo, no es recomendable que una red privada utilice una dirección cualquiera debido a que, con el tiempo, dicha red podría conectarse a Internet. El RFC 1918 asigna tres bloques de la dirección IP para uso interno y privado. Estos tres bloques consisten en una dirección de Clase A, un rango de direcciones de Clase B y un rango de direcciones de Clase C. Las direcciones que se encuentran en estos rangos no se enrutan hacia el *backbone* (conexiones troncales) de la red Internet. Los Routers de Internet descartan inmediatamente las direcciones privadas. Si se produce un direccionamiento hacia una intranet que no es pública, un laboratorio de prueba o una red doméstica, es posible utilizar las direcciones privadas en lugar de direcciones exclusivas a nivel global. Las direcciones IP privadas pueden entremezclarse,

como muestra el gráfico, con las direcciones IP públicas. Así, se conservará el número de direcciones utilizadas para conexiones internas.

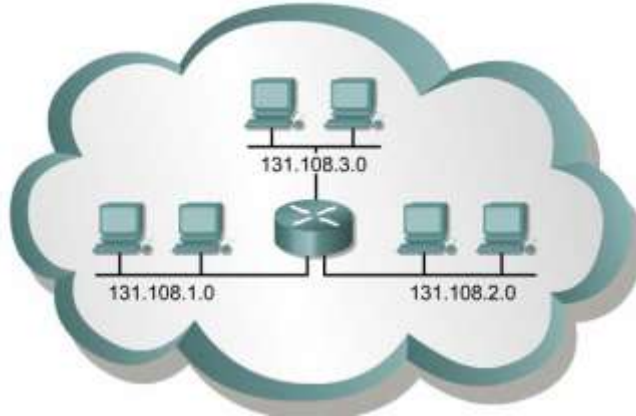
Clase	intervalo de direcciones internas RFC 1918
A	10.0.0.0 to 10.255.255.255
B	172.16.0.0 to 172.31.255.255
C	192.168.0.0 to 192.168.255.255



La conexión de una red que utiliza direcciones privadas a Internet requiere que las direcciones privadas se conviertan a direcciones públicas. Este proceso de conversión se conoce como Traducción de direcciones de red (NAT). En general, un Router es el dispositivo que realiza la NAT.

## Introducción a la división en subredes

La división en subredes es otro método para administrar las direcciones IP. Este método, que consiste en dividir las clases de direcciones de red completas en partes de menor tamaño, ha evitado el completo agotamiento de las direcciones IP. Como administrador de sistemas, es importante comprender que la división en subredes constituye un medio para dividir e identificar las redes individuales en toda la LAN. No siempre es necesario subdividir una red pequeña. Sin embargo, en el caso de redes grandes a muy grandes, la división en subredes es necesaria. Dividir una red en subredes significa utilizar una máscara de subred para dividir la red y convertir una gran red en segmentos más pequeños, más eficientes y administrables o subredes.



El administrador del sistema debe resolver estos problemas al agregar y expandir la red. Es importante saber cuántas subredes o redes son necesarias y cuántos hosts se requerirán en cada red. Con la división en subredes, la red no está limitada a las máscaras de red por defecto Clase A, B o C y se da una mayor flexibilidad en el diseño de la red.

Las direcciones de subredes incluyen la porción de red más el campo de subred y el campo de host. El campo de subred y el campo de host se crean a partir de la porción de host original de la red entera. La capacidad para decidir cómo se divide la porción de host original en los nuevos campos de subred y de host ofrece flexibilidad en el direccionamiento al administrador de red.

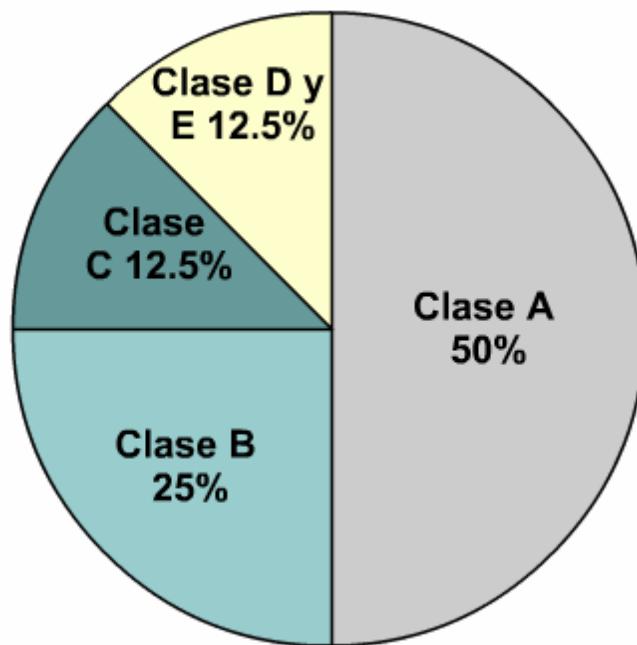
Para crear una dirección de subred, un administrador de red pide prestados bits del campo de host y los designa como campo de subred. El número mínimo de bits que se puede pedir es dos y el número máximo de bits que se puede pedir prestado puede ser cualquier número que deje por lo menos 2 bits restantes para el número de host.

Notación decimal para el primer octeto de host	Número de subredes	Número de Hosts de clase A por subred	Número de Hosts de clase B por subred	Número de Hosts de clase C por subred
.192	2	4,194,302	16,382	62
.224	6	2,097,150	8,190	30
.240	14	1,048,574	4,094	14
.248	30	524,286	2,046	6
.252	62	262,142	1,022	2
.254	126	131,070	510	-
.255	254	65,534	254	-

## IPv4 en comparación con IPv6

Cuando se adoptó TCP/IP en los años 80, dependía de un esquema de direccionamiento de dos niveles. En ese entonces, esto ofrecía una escalabilidad adecuada. Desafortunadamente, los diseñadores de TCP/IP no pudieron predecir que, con el tiempo, su protocolo sostendría una red global de información, comercio y entretenimiento. La Versión 4 del IP (IPv4) ofrecía una estrategia de direccionamiento que, aunque resultó escalable durante algún tiempo, produjo una asignación poco eficiente de las direcciones.

Las direcciones Clase A y B forman un 75 por ciento del espacio de direccionamiento IPv4, sin embargo, se pueden asignar menos de 17 000 organizaciones a un número de red Clase A o B. Las direcciones de red Clase C son mucho más numerosas que las direcciones Clase A y B aunque ellas representan sólo el 12,5 por ciento de los cuatro mil millones de direcciones IP posibles.



Lamentablemente, las direcciones Clase C están limitadas a 254 hosts utilizables. Esto no satisface las necesidades de organizaciones más importantes que no pueden adquirir una dirección Clase A o B. Aún si hubiera más direcciones Clase A, B y C, muchas direcciones de red harían que los Routers se detengan debido a la carga del enorme tamaño de las tablas de enrutamiento, necesarias para guardar las rutas de acceso a cada una de las redes.

Ya en 1992, la Fuerza de tareas de ingeniería de Internet (IETF) identificó las dos dificultades siguientes:

- Agotamiento de las restantes direcciones de red IPv4 no asignadas. Entonces, el espacio de Clase B estaba a punto de agotarse.
- Se produjo un gran y rápido aumento en el tamaño de las tablas de enrutamiento de Internet a medida que las redes Clase C se conectaban en línea. La inundación resultante de nueva información en la red amenazaba la capacidad de los Routers de Internet para ejercer una efectiva administración.

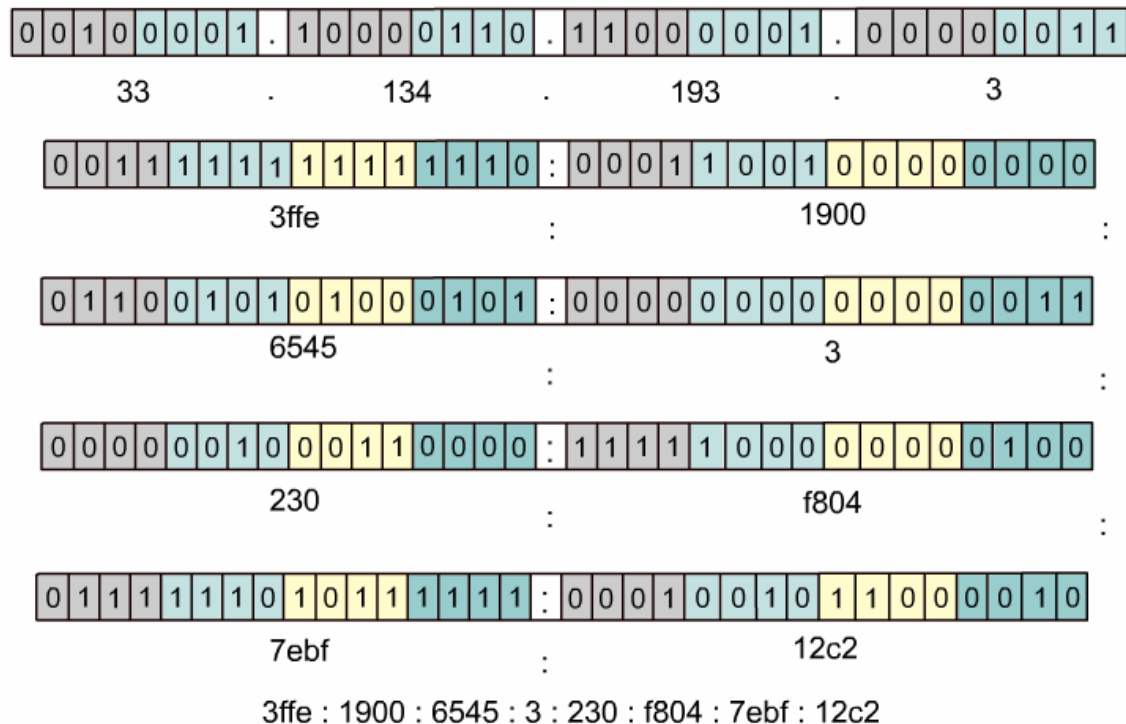
Mientras tanto, se ha definido y desarrollado una versión más extensible y escalable del IP, la Versión 6 del IP (IPv6). IPv6 utiliza 128 bits en lugar de los 32 bits que en la actualidad utiliza el IPv4. IPv6 utiliza números hexadecimales para representar los 128 bits. IPv6 proporciona 640 sextillones de direcciones. Esta versión del IP proporciona un número de direcciones suficientes para futuras necesidades de comunicación.

Esta versión de IP debe proporcionar suficientes direcciones para las necesidades de comunicación futuras.

Protocolo Internet Versión 4 IPv4	4 octetos
11010001.11011100.11001001.01110001	
209.156.201.113	
4,294,467,295 direcciones IP	

11010001.11011100.11001001.01110001.11010001.11011100.	
110011001.01110001.11010001.11011100.11001001.	
01110001.11010001.11011100.11001001.01110001	
A524:72D3:2C80:DD02:0029:EC7A:002B:EA73	
3.4 x 10 <sup>38</sup> direcciones IP	

Las direcciones de IPv4 tienen 32 bits de longitud, se escriben con números decimales separados por puntos. Las direcciones IPv6 tienen 128 bits y son identificadores de interfaces individuales y conjuntos de interfaces. Las direcciones IPv6 se asignan a interfaces, no a nodos. Como cada interface pertenece a un solo nodo, cualquiera de las direcciones *unicast* asignada a las interfaces del nodo se pueden usar como identificadores del nodo. Las direcciones IPv6 se escriben en hexadecimal, separados por dos puntos. Los campos IPv6 tienen una longitud de 16 bits. Para que las direcciones sean más fáciles de leer, es posible omitir los ceros iniciales de cada campo. El campo :0003: se escribe :3: La representación de una dirección IPv6 de 128 bits utiliza bloques de 16 bits, que se muestran en forma de cuatro dígitos hexadecimales.



El protocolo IPv6 ya se implementa en los sistemas operativos actuales coexistiendo con IPv4 por motivos de compatibilidad con equipos y sistemas antiguos.

En breve, el IPv6 reemplazará el IPv4 como el protocolo de Internet, dado que las direcciones están a punto de agotarse (las previsiones eran que esto ocurriría a finales de 2012).