

# IPv6

Administración de Sistemas y Redes

José A. Corrales

ja@uniovi.es

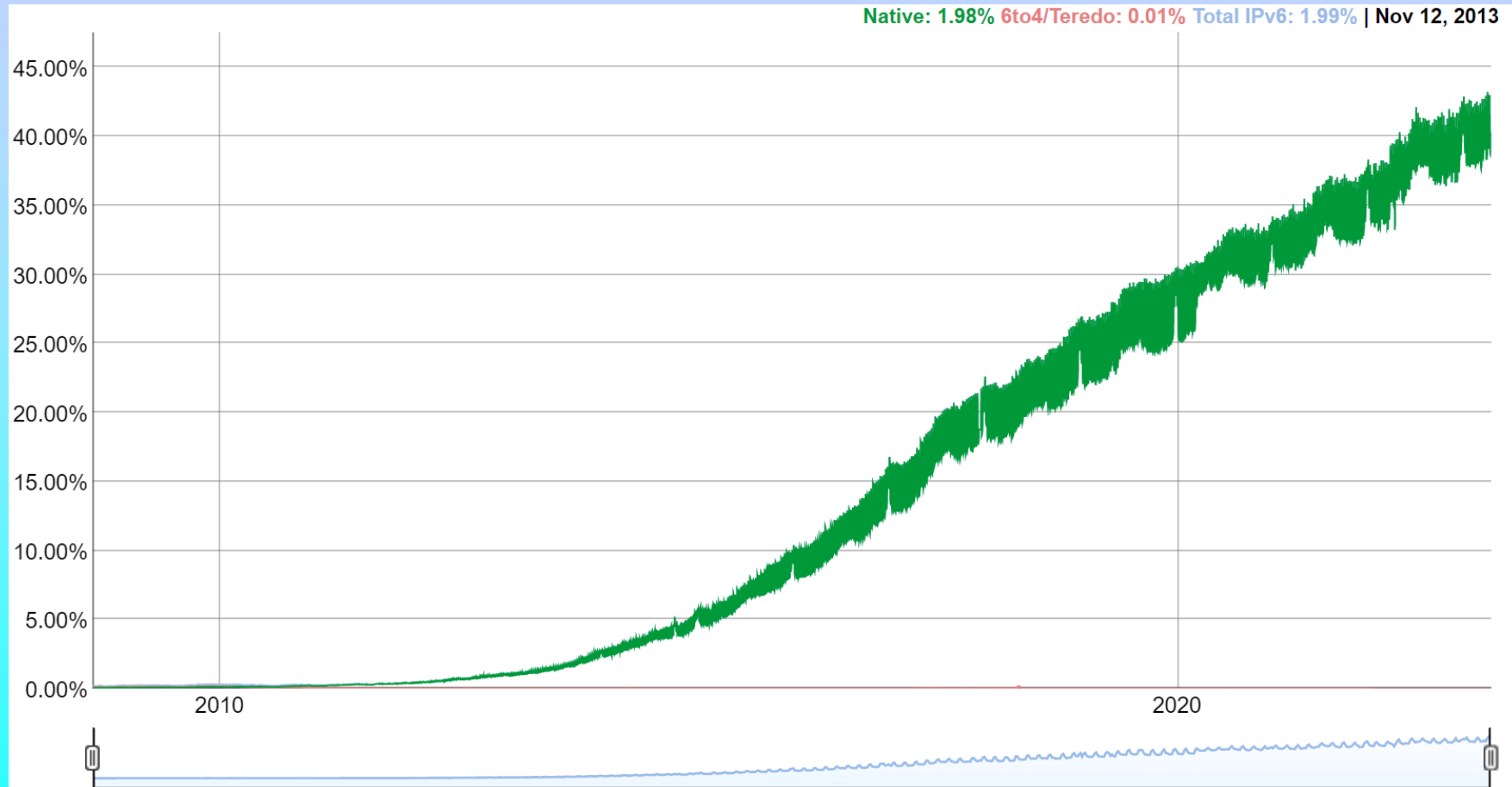
# Origen

- El espacio de direcciones IPv4 está agotado desde enero de 2011
- Hay grandes núcleos de población en Asia y otros lugares sin acceso a Internet con IPv4
- La previsión del agotamiento de direcciones motivó la creación del protocolo NAT ([RFC 1918](#)) en febrero de 1996
- En septiembre de 1993 se comienza a diseñar IPng (IP next generation), que en 1995 se estandariza bajo el nombre IPv6 con el [RFC 1883](#)

# Situación actual

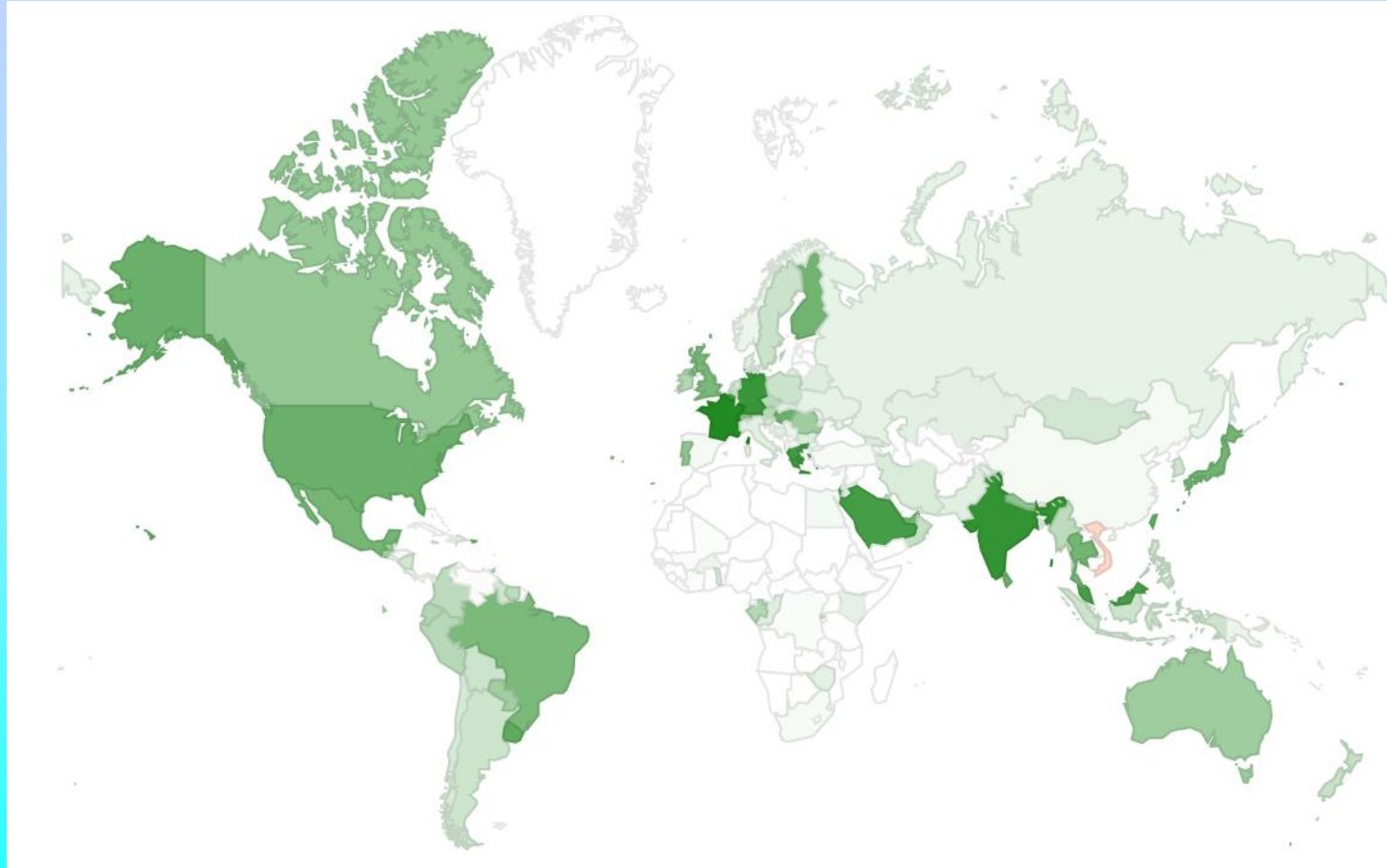
- IPv6 es incompatible con IPv4 aunque pueden coexistir ambas en lo que se llama pila dual
- Las versiones de los últimos años tanto de Windows como de Linux llevan ya implementada esta pila dual IPv4/IPv6
- Va aumentando el despliegue de IPv6 en todo el planeta
- Estado de IPv6 en el mundo (datos de 2018)  
<https://www.internetsociety.org/resources/2018/state-of-ipv6-deployment-2018/>

# Evolución en el tiempo

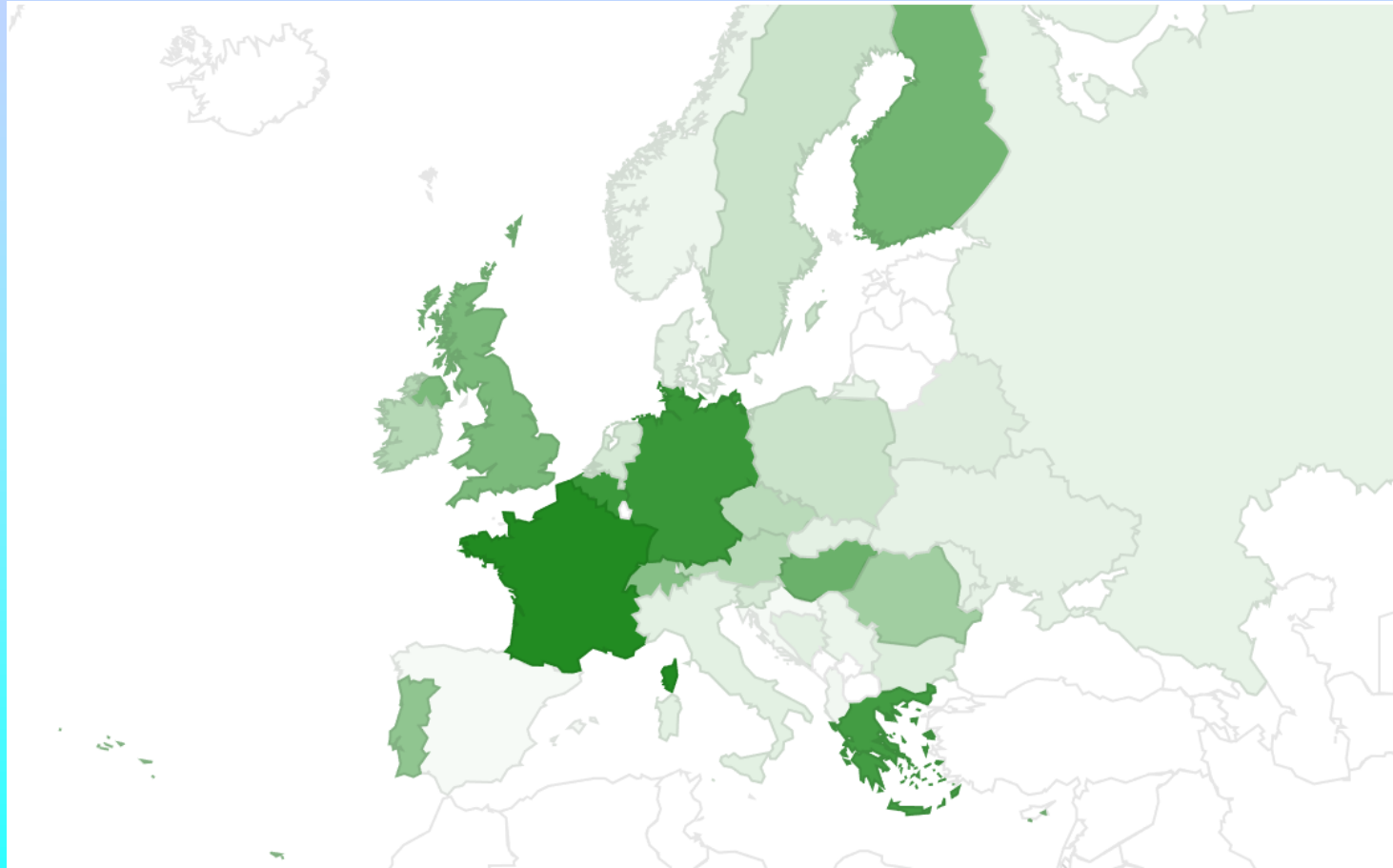


<https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html>

# Despliegue: mundo



# Despliegue: Europa



# Despliegue: América central



# Despliegue: América del sur





# Despliegue: porcentaje en España

BD	Bangladesh, Southern Asia, Asia	8.65%	8.37%	9,797,997
VC	Saint Vincent and the Grenadines, Caribbean, Americas	8.46%	8.21%	56,558
MN	Mongolia, Eastern Asia, Asia	8.35%	7.01%	446,926
IT	Italy, Southern Europe, Europe	8.17%	8.09%	9,694,502
UA	Ukraine, Eastern Europe, Europe	7.87%	7.80%	5,612,476
ZW	Zimbabwe, Eastern Africa, Africa	7.86%	7.78%	319,631
KE	Kenya, Eastern Africa, Africa	7.69%	7.64%	1,876,234
PK	Pakistan, Southern Asia, Asia	7.33%	7.09%	10,713,870
RS	Serbia, Southern Europe, Europe	7.23%	7.19%	2,674,355
PG	Papua New Guinea, Melanesia, Oceania	6.90%	6.82%	66,402
ES	Spain, Southern Europe, Europe	6.51%	6.48%	7,183,069
BZ	Belize, Central America, Americas	6.42%	6.26%	119,604
AL	Albania, Southern Europe, Europe	6.36%	5.69%	1,007,308
CR	Costa Rica, Central America, Americas	5.70%	5.47%	1,645,256
BF	Burkina Faso, Western Africa, Africa	5.50%	5.46%	356,193
GP	Guadeloupe, Caribbean, Americas	5.50%	5.27%	49,670
GD	Grenada, Caribbean, Americas	4.63%	4.51%	50,862

<https://stats.labs.apnic.net/ipv6/>

# Futuro

- Evolución en el tiempo según los datos de Google  
<https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html>
- Comenzó por los grandes operadores y empresas
- Finalizará con las redes domésticas
- Coexistirán todavía durante bastantes años IPv4 e IPv6
- IoT y G5 impulsarán su despliegue

# Espacio de direcciones de IPv4

- IPv4: cuatro números en base diez comprendidos entre 0 y 255 separados por puntos
- Con estos 32 bits se pueden tener cuatro mil millones (4.294.967.296) de direcciones distintas
- El espacio de direcciones está infrautilizado y mal aprovechado por la propia definición de la red al requerir potencias de dos para subredes
- Ejemplo: 156.35.233.101 (servidor WEB de Uniovi, [www.uniovi.es](http://www.uniovi.es))

# Espacio de direcciones de IPv6

- IPv6: ocho grupos de cuatro dígitos hexadecimales separados por el carácter dos puntos
- Con estos 128 bits se pueden tener  $2^{128}$  direcciones diferentes, es decir  $3,4 \times 10^{38}$ . Podría tener una dirección IP cada átomo de cada habitante de varios planetas como la Tierra
- También estará mal aprovechado por las mismas limitaciones de potencias de dos, pero ya no será importante
- Ejemplo: 2001:0db8:0123:4567:89ab:cdef:0123:4567

# Nomenclatura

- Se pueden especificar los 32 dígitos hexadecimales completos:  
2001:0db8:0abc:0000:0000:0000:0011:2233
- Los ceros por la izquierda pueden omitirse, y la dirección anterior se puede escribir como 2001:db8:abc:0:0:0:11:2233
- *Un único grupo* de varios ceros seguidos separados por dos puntos puede omitirse y la dirección anterior sería 2001:db8:abc::11:2233
- Con dos grupos de ceros no se puede hacer debido a la ambigüedad que presentaría. Por ejemplo 2001::1::2 no es una dirección válida

# Subredes

- Para indicar un rango de direcciones se añade una barra y el número de bits fijos que no pueden cambiarse
- Ejemplos: 2001:db8::/32 o fc00::/7 o fdf5:6808:5981:eea::/64
- Este último es equivalente al rango fdf5:6808:5981:eea::0 - fdf5:6808:5981:eea:ffff:ffff:ffff:ffff
- Es el mismo criterio que se emplea en IPv4, por ejemplo 156.35.0.0/16 equivale al rango de 156.35.0.0 a 156.35.255.255

# Direcciones reservadas y especiales

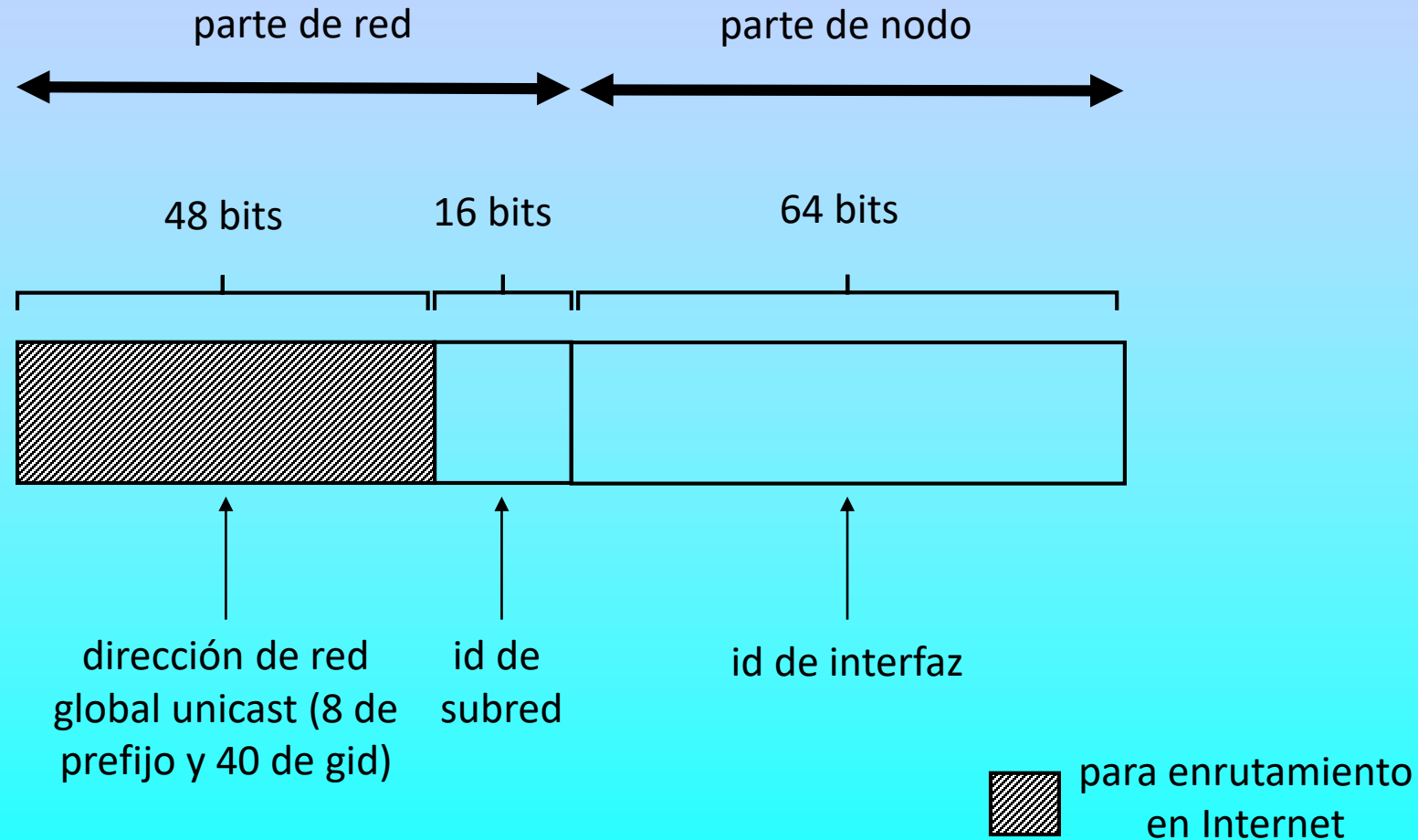
- `::1/128` es la dirección de red de bucle local. Equivale a la `127.0.0.1/8`
- `fd00::/8` es para direcciones IPv6 privadas aunque en principio no son necesarias para nada puesto que el NAT desaparece. Equivaldrían a las `192.168.0.0/16` o `10.0.0.0/8` actuales
- `2001:db8::/32` es para documentación, ejemplos y manuales
- `fe80::/10` es para el enlace local, equivalen a las `169.254.*` y se verán más adelante

# Direcciones reservadas y especiales

- ff00::/8 es para direcciones de multidifusión (multicast), equivalentes a las 224.0.0.0/4 en IPv4
- ::ffff:0:0:0:0/96 es para mapeo en IPv6 de un equipo con solo IPv4, por ejemplo 156.35.33.105 sería ::ffff:156:35:33:105
- hay otras más pero son menos relevantes, ver la lista completa aquí: <https://www.iana.org/assignments/iana-ipv6-special-registry/iana-ipv6-special-registry.xhtml>
- IPv6 no implementa el *broadcast* tal como se conoce en IPv4



# Estructura de una dirección IPv6



# Tipos y ámbito de direcciones IPv6

- Globales (públicas): son enrutables y su ámbito es toda Internet. Empiezan por 2001:: y sucesivos (2002, 2003 ...)

Ejemplo: 2a00:1450:4003:80a::200e (google.com)

- Locales únicas (privadas): son enrutables internamente pero no son enrutables en Internet y su ámbito es la red de área local cableada, WiFi o VPN. Su equivalente en IPv4 serían las 192.168.0.0/16 y similares. Empiezan por fd00::/8

Ejemplo: fd00:a:b:c::1

- Enlace local: no son enrutables ni interna ni externamente y su ámbito se reduce al enlace de red. Todo interfaz de red tiene una dirección de éstas. Empiezan por fe80::

Ejemplo: fe80::201:c0ff:fe06:7c6b

# Uso de direcciones IPv6

- Con un navegador WEB

`http://[dirección IPv6]/blablabla`

Ejemplo: [http://\[2001:720:418:cafd::20\]/index.php.en](http://[2001:720:418:cafd::20]/index.php.en)

- Con ip

```
$ ip address show enp0s3
```

- Con ping

```
$ ping -6 2001:720:418:cafd::20
```

```
$ ping -6 rediris.es
```

```
$ ping6 2001:720:418:cafd::20
```

```
$ ping6 rediris.es
```

# Uso de direcciones IPv6

- Con traceroute

```
$ traceroute -6 2001:720:418:cafd::20
```

```
$ traceroute -6 rediris.es
```

```
$ traceroute6 2001:720:418:cafd::20
```

```
$ traceroute6 rediris.es
```

- En las versiones más recientes de los sistemas operativos pueden especificarse las órdenes sin necesidad de la opción -6 puesto que ya identifican si el parámetro es una dirección IPv6

```
$ ping 2001:720:418:cafd::20
```

```
$ traceroute 2001:720:418:cafd::20
```

# Uso de direcciones IPv6 (cont.)

- Con ip

```
$ ip -6 route
```

- Otras

```
$ netstat -6
```

```
$ ip neighbour
```

- Especificación del adaptador de salida (necesario en algunos casos)

```
$ ping 2001:720:418:cafd::20%enp0s3 (desde Linux)
```

```
C:\> ping 2001:720:418:cafd::20%12 (desde Windows)
```

# Consultas DNS

```
$ host google.es
google.es has address 216.58.211.35
google.es has IPv6 address 2a00:1450:4003:80a::2003
google.es mail is handled by 40 alt3.aspmx.l.google.com.
google.es mail is handled by 50 alt4.aspmx.l.google.com.
google.es mail is handled by 30 alt2.aspmx.l.google.com.
google.es mail is handled by 20 alt1.aspmx.l.google.com.
google.es mail is handled by 10 aspmx.l.google.com.
```

# Consultas DNS

```
$ nslookup
```

```
> set type=AAAA
```

```
> rediris.es
```

```
Server:                127.0.0.1
```

```
Address:               127.0.0.1#53
```

```
Non-authoritative answer:
```

```
Name:   rediris.es
```

```
Address: 2001:720:418:cafd::20
```

# Consultas DNS

```
C:\> nslookup google.com
```

```
Servidor:  enl.si.uniovi.es
```

```
Address:  156.35.14.2
```

```
Respuesta no autoritativa:
```

```
Nombre:  google.com
```

```
Addresses:  2a00:1450:4003:80a::200e
```

```
216.58.211.46
```