Módulo 02
La Capa de Aplicaciones (Pt. 3)

Redes de Computadoras
Depto. de Cs. e Ing. de la Comp.
Universidad Nacional del Sur

Copyright

Contenidos

- Servicios que requiere la capa de aplicaciones
- Protocolos de la capa de aplicaciones
  - **HTTP**
  - **DNS**
  - **SMTP, POP e IMAP**
- Arquitectura de las aplicaciones **P2P**
- Programación basada en sockets

Directorio de nombres

- Uno de los requerimientos de las aplicaciones de red es poder identificar unívocamente a cualquier computadora dentro de la red
  - A nivel de hardware se usa un patrón de 32 bits denominado dirección **IP**
  - Para facilitar la comunicación de direcciones **IP** se suele cortar este patrón en cuatro partes de 8 bits, expresadas en decimal y separadas por un punto
- Aún con esa convención, recordar múltiples direcciones **IP** se vuelve bastante complicado...

Directorio de nombres

- Los humanos sin duda retenemos con más facilidad nombres simbólicos concretos
  - Por caso, **cs.uns.edu.ar**
- Necesitamos un servicio que nos permita convertir nombre simbólicos en direcciones **IP**
- Características que debería tener este servicio:
  - El sistema de directorio de nombres de internet necesita ser confiable y eficiente
  - La base de datos resultante es altamente dinámica, ya que se producen altas y bajas constantemente

Sistema centralizado

- La solución obvia sería ensayar alguna forma de sistema centralizado
  - Por caso, el archivo **`/etc/hosts`** de los sistemas **UNIX**
- No obstante:
  - Poca tolerancia a fallos
  - Volumen de tráfico astronómico
  - Imposible estar cerca de todas partes a la vez
  - Imposible mantener al día la base de datos
  - Alto costo para escalar el sistema

Domain Name System

- La solución adoptada para este complicado problema es hacer uso de una base de datos distribuida junto con el correspondiente protocolo de la capa de aplicaciones
  - Se denomina **DNS** (Domain Name System)
  - La base de datos distribuida está compuesta por una jerarquía de servidores de dominio
  - Computadoras, routers y servidores de dominio se comunican entre sí usando el protocolo **DNS**
  - La complejidad se lleva a la frontera de la red

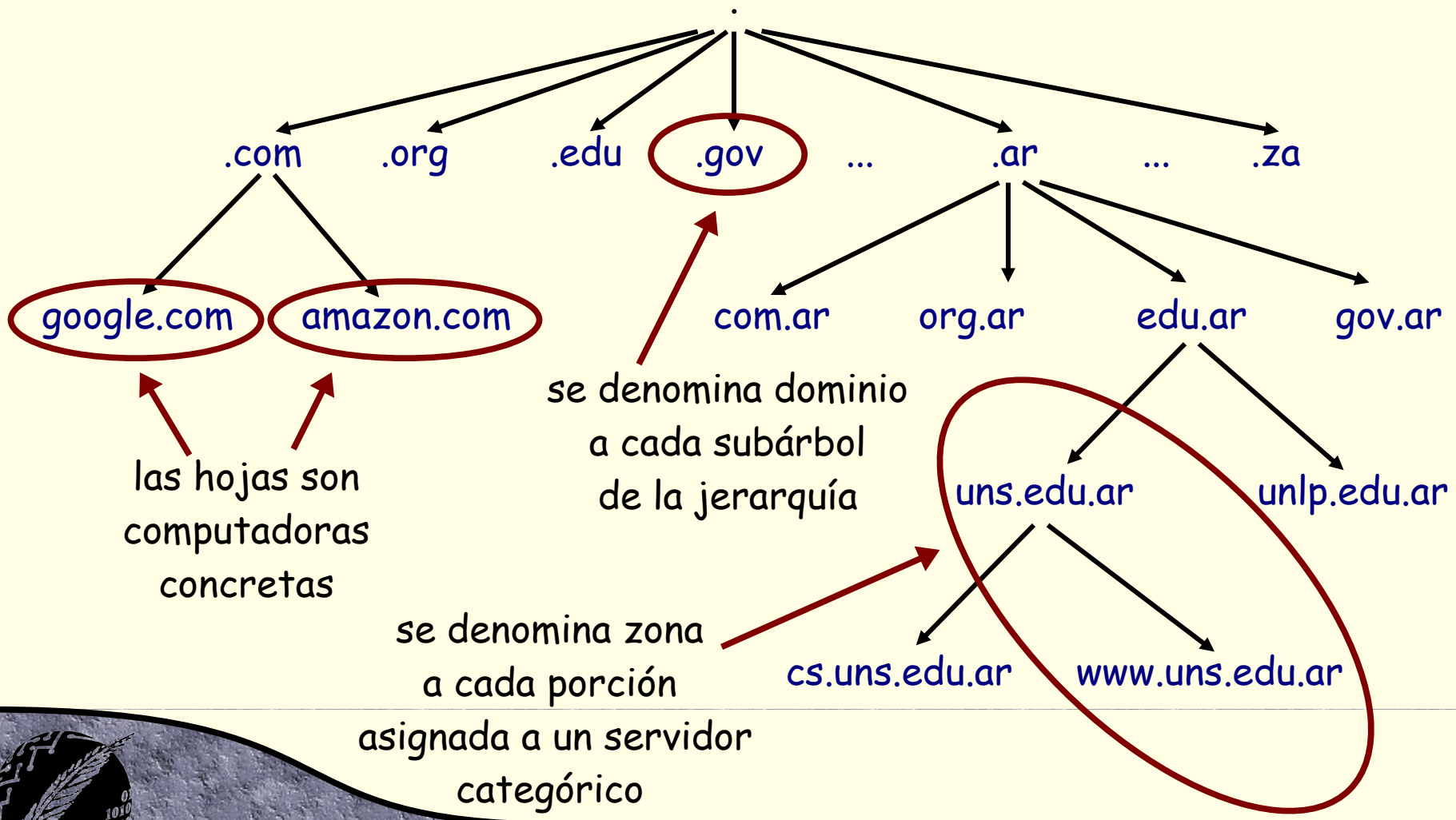
Domain Name System

- Rol central:
  - Mapear nombres simbólicos a direcciones **IP**
- Roles secundarios:
  - Implementar sinónimos simbólicos. Nótese que para esto hace falta distinguir a uno de los sinónimos como el nombre canónico
  - Usar estos sinónimos en los servidores de correo
  - Posibilitar un esquema de distribución de carga simple pero básico: asociando las direcciones **IP** de múltiples servidores a un mismo nombre simbólico

Domain Name System

- Ningún servidor conoce la totalidad del mapeo bajo este esquema distribuido
  - El servidor de dominio se denomina categórico cuando conoce de primera mano el mapeo para un determinado conjunto de computadoras
  - Los servidores, categóricos o no, se organizan jerárquicamente en función de la cantidad de computadoras a su cargo
  - Los servidores en el tope de la jerarquía se denominan servidores raíz

Jerarquía de servidores



Servidores raíz

- Hay 13 servidores raíz en todo el mundo...

...pero en realidad ¡hay más de 600!

Entidades a cargo

e NASA Mt View, CA
f Internet Software C., Palo Alto, CA (y otros 48 lugares)

k RIPE Londres (y otros 17 lugares)
i Netnod, Estocolmo (y otros 37 lugares)

m WIDE, Tokio (y otros 5 lugares)

a Verisign, Los Angeles, CA (y otros 5 lugares)
b USC-ISI, Marina del Rey, CA
l ICANN, Los Angeles, CA (y otros 41 lugares)

c Cogent, Herndon, VA (y en otros 5 lugares)
d U Maryland College Park, MD
g US DoD Columbus, OH (y en otros 5 lugares)
h ARL Aberdeen, MD
j Verisign, Dulles, VA (y en otros 69 lugares)

DNS en la actualidad

- La carga en los servidores raíz creció de gran forma con el advenimiento de la web
- Los dominios de primer nivel (top-level domain) se solían clasificar en dos grandes categorías:
  - Por un lado están los dominios de primer nivel genéricos (**.com**, **.edu**, **.gov**, **.org**, **.mil** y **.net**)
  - Por otra parte están los dominios de primer nivel de países (por caso, **.ar**, **.br**, **.cl**, etc.)
- En agosto de 2000 los servidores raíz pudieron delegar los dominios de primer nivel genéricos

DNS en la actualidad

- En la actualidad los dominios de primer nivel se clasifican en múltiples categorías
- Dominios sin una organización detrás:
  - **.com**, **.edu**, **.gov**, **.org**, **.mil** y **.net**
  - **.biz** (para las empresas)
  - **.info** (información en general)
  - **.name** (para personas individuales)

DNS en la actualidad

- Dominios con una organización detrás:
  - **.aero** (industria aeronáutica)
  - **.coop** (cooperativas)
  - **.museum** (museos)
  - **.travel** (industria del turismo)
- Dominios nuevos más recientes:
  - **.mobi** (dominios optimizados para celulares)
  - **.tel** (relativo a la industria telefónica)

DNS en la actualidad

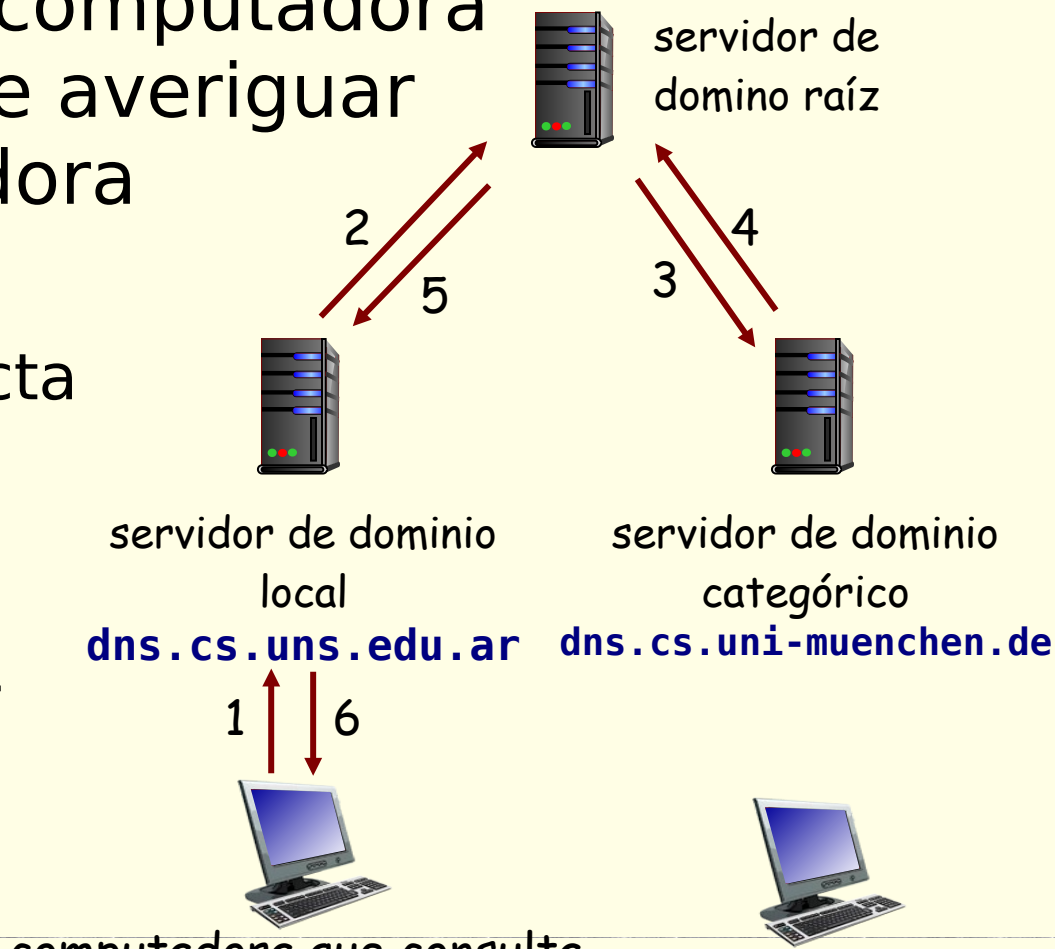
- La situación en Argentina es muy buena, la gestión de los dominios **.ar** está a cargo del sitio **nic.ar** que depende del gobierno
  - Hasta el año 2013 el registro y la delegación de los dominios **.com.ar** era gratuita, una excelente medida que propendía a fomentar la adopción de estas tecnologías
  - En la actualidad si bien se cobra un costo fijo por la mayoría de los trámites, el mismo sigue siendo accesible pues no aumenta hace varios años
    - Por caso, $475 por un alta de dominio

Domain Name System

- Cada red local de computadoras cuenta con un servidor de dominio por defecto
  - Las computadoras de la red acceden en primer lugar al servidor por defecto
  - Si el servidor local no fuera capaz de resolver una consulta, se accederá a uno de los servidores raíz
  - El servidor raíz contacta al servidor categórico correspondiente, a fin de poder acercarle al servidor local el mapeo que no había podido resolver
  - Cada zona cuenta con su respectivo conjunto de servidores categóricos (principal y secundario)

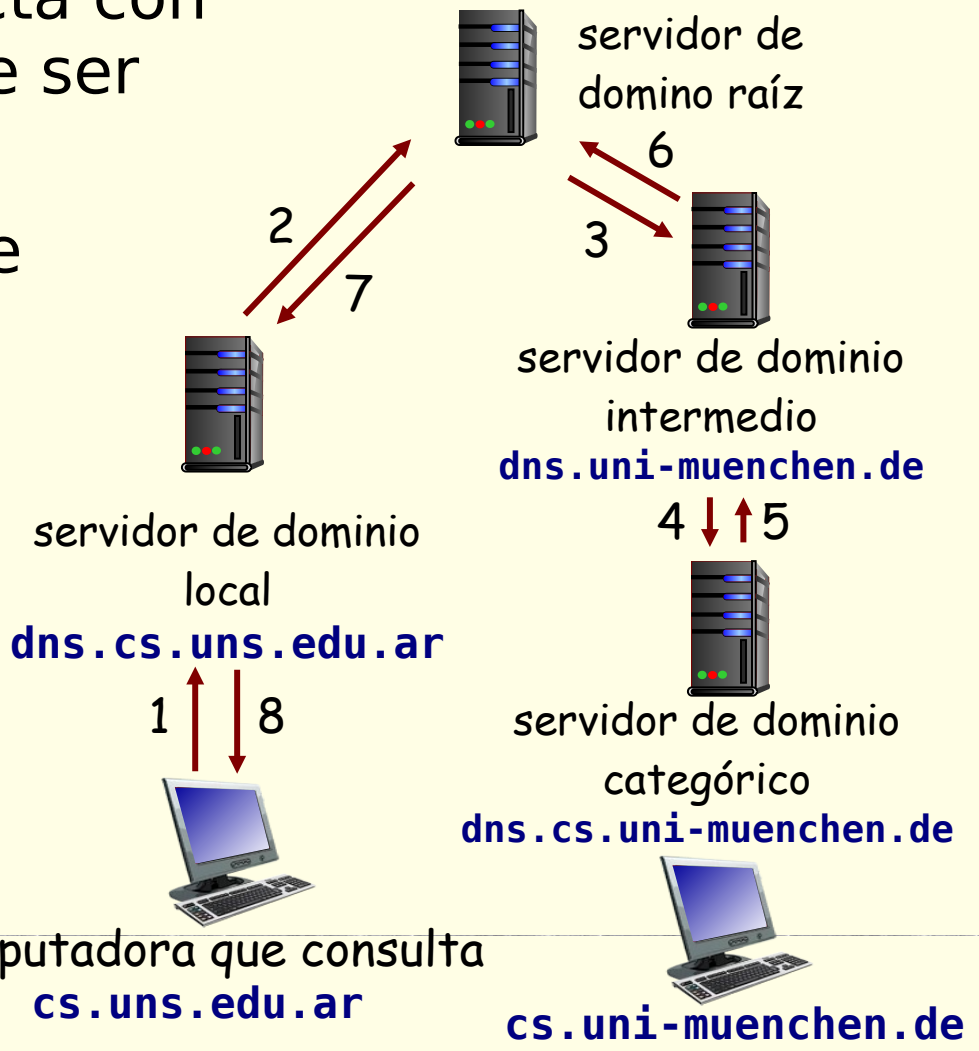
Ejemplo de consulta DNS

- Supongamos que la computadora **cs.uns.edu.ar** quiere averiguar el **IP** de la computadora **cs.uni-muenchen.de**
  - En primer lugar contacta a **dns.cs.uns.edu.ar**, su servidor **DNS** local
  - **dns.cs.uns.edu.ar** contacta a un servidor raíz, de ser necesario



Ejemplo de consulta DNS

- El servidor raíz se contacta con el servidor categórico, de ser necesario
- El servidor raíz es posible que no conozca quién es el servidor categórico
- No obstante, si es usual que conozca a quién preguntar al respecto
- El nodo padre almacena esa información

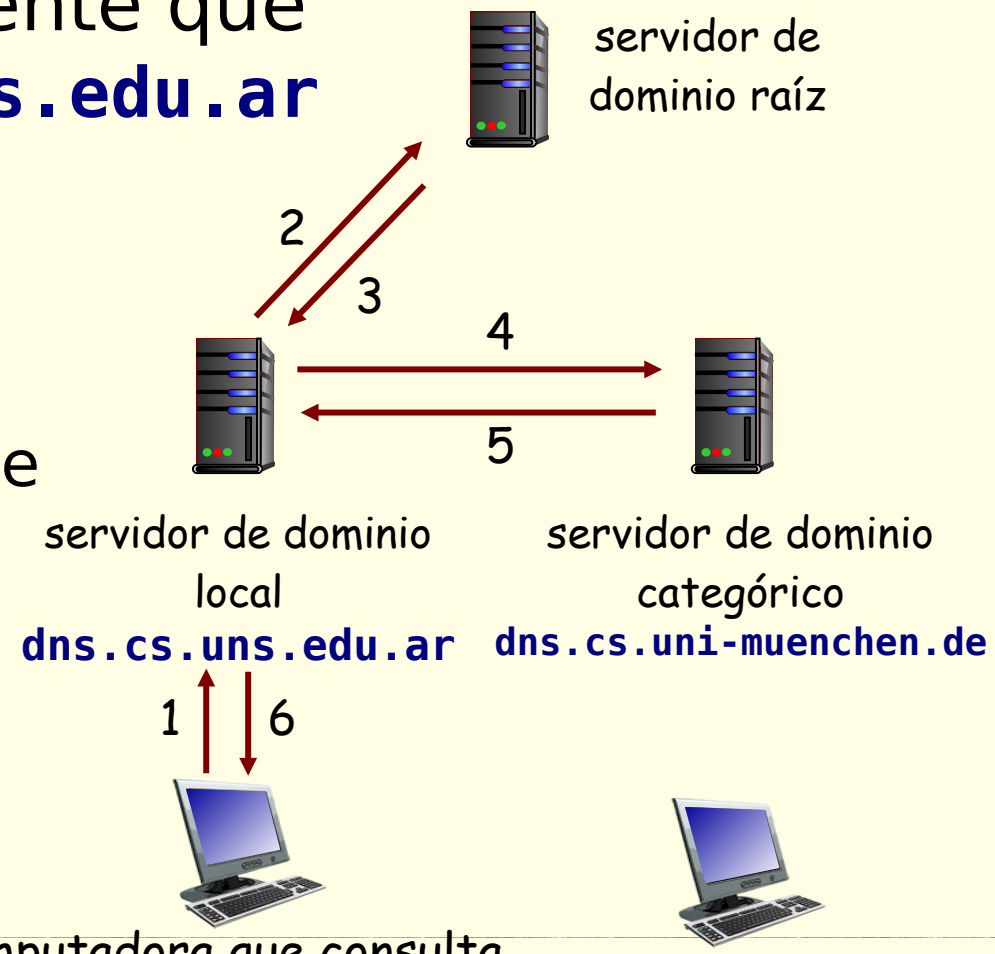


Consultas iteradas

- El servidor raíz tiene dos opciones a la hora de contestar a una consulta que no haya podido resolver apelando a sus propios registros:
  - Por un lado puede encargarse él mismo de averiguar cómo responder a la consulta. Esta modalidad se denomina resolución recursiva de consultas
  - Otra alternativa es contestar simplemente “no lo sé, pero este servidor quizás si lo sepa”. Esta modalidad se denomina resolución iterada de consultas

Ejemplo de consulta iterada

- Supongamos nuevamente que la computadora **cs.uns.edu.ar** quiere averiguar el **IP** de la computadora **cs.uni-muenchen.de**
  - El servidor raíz no conoce el **IP** buscado, por lo que contesta con la dirección del servidor que posiblemente si conozca ese **IP**



Cache DNS local

- Toda vez que un servidor toma conocimiento de un nuevo mapeo actualiza su cache individual
  - Las entradas de este cache cuentan con un atributo de tiempo de vida, es decir, pasado un cierto tiempo desaparecen
- Los mecanismos de actualización de la base de datos de registros y de propagación de estas modificaciones están especificados por un grupo de trabajo de la **IETF**
  - Este grupo de trabajo produjo el **RFC 2136**

Relación entre nombres e IPs

- El sistema **DNS** tiene que contemplar un conjunto bastante flexible de relaciones entre nombres simbólicos y direcciones **IP**:
  - El caso básico es la relación uno-a-uno, por ejemplo **cs.uns.edu.ar** y **200.49.226.11**
  - También existe el caso muchos-a-uno, por caso **pop3.cs.uns.edu.ar** y **smtp.cs.uns.edu.ar**
  - Finalmente tenemos el caso uno-a-muchos, por caso **google.com** está asociado a un conjunto bastante grande de direcciones **IP**

Registros DNS

- La base de datos distribuida **DNS** se compone de un conjunto de registros **DNS**
- Los registros **DNS** son meras tuplas:

  (nombre, valor, tipo, tiempo de vida)

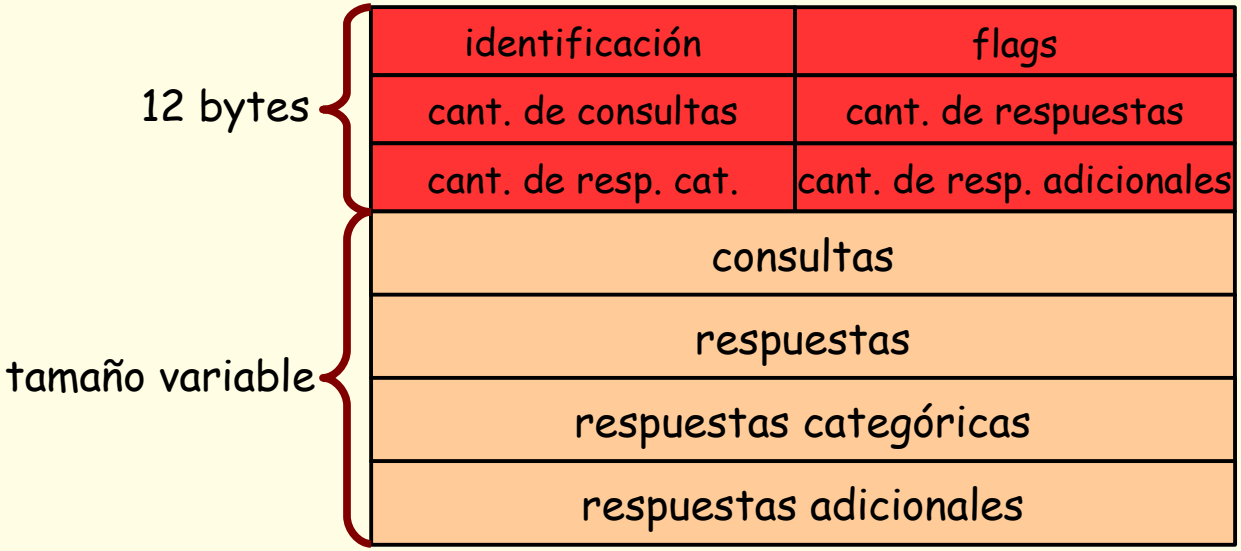
- El rol de cada uno de los campos difiere en función del valor contenido en el campo **tipo**
- Para el tipo **A**, **nombre** contiene el nombre simbólico de una computadora y **valor** su dirección **IP**

Registros DNS

- Para el tipo **NS**, **nombre** contiene un nombre de dominio y **valor** contiene la dirección del servidor categórico para ese dominio
- Para el tipo **CNAME**, **nombre** contiene un alias simbólico que será asociado a un cierto nombre canónico y **valor** contiene ese nombre canónico
- Para el tipo **MX**, **nombre** contiene un dominio y **valor** contiene la dirección del servidor de mail que corresponde a ese dominio

El protocolo DNS

- El protocolo **DNS** usa un formato de mensaje fijo para consultas y respuestas
  - Está especificado formalmente en el **RFC 1034/5**



El protocolo DNS

- Significado de los distintos campos:
  - El encabezado tiene un tamaño fijo de de 12 bytes
  - El cuerpo es de un tamaño variable (pues depende de la cantidad de respuestas incluidas)
  - El campo identificación contiene un valor de 16 bits con el cual se asocian las consultas a las respuestas
  - El campo flags permite indicar si se trata de una consulta o una respuesta, si se prefiere o si está disponible una respuesta recursiva, o si la respuesta es categórica

El protocolo DNS

- Significado de los distintos campos (continúa):
  - Cada consulta indica el **`tipo`** de registro buscado así como el valor del campo **`nombre`** en cuestión
  - Cada respuesta contiene el registro **DNS** deseado
  - Cada respuesta categóricas contiene el registro **DNS** de un servidor categórico
  - Cada respuesta adicional contiene información extra considerada de utilidad

Incorporación de dominios

- Supongamos que queremos arrancar una startup para desarrollar la próxima killer app...
  - Registramos el dominio **killerapp.com** con un gestor (conocidos como **DNS** registrar)
  - El gestor nos brinda el nombre y el **IP** del que será nuestro servidor categórico (primario y secundario)
  - A su vez, inserta dos registros en el server **TLD .com**:

    (killerapp.com, dns1.killerapp.com, NS, 86400)

    (dns1.killerapp.com, 1.2.3.4, A)

Vectores de ataque

- Cabe señalar que la jerarquía **DNS** constituye en principio un punto único de fallo de internet
  - Como tal, ha resultado objeto de diferentes intentos de ataques, con diverso grado de éxito
- Ataques tipo **DDoS** a los servidores raíz:
  - La idea es tapar con pedidos espurios a uno o más de uno de los servidores raíz
  - Al día de la fecha nunca funcionó...
  - ...no obstante, ¡los servidores raíz están bajo estricta vigilancia armada las 24 horas del día!

Vectores de ataque

- Ataques tipo **DDoS** a los servidores **TLD**:
  - ¡Potencialmente más peligroso que el anterior!
- Ataques de redirección:
  - Variante man-in-the-middle, interceptar y adulterar las consultas y las respuesta a mitad de camino
  - Variante envenenamiento: contaminar las respuestas almacenadas en el cache de los servidores
- Ataques tipo **DDoS** causados por el **DNS**:
  - Enviar en cantidad consultas espurias con el **IP** de origen adulterado

Confiabilidad

- La alta replicación de la base de datos **DNS** aporta dos grandes beneficios adicionales:
  - Mejora notablemente la confiabilidad
  - Permite implementar alguna forma de balance de carga a fin de obtener un mejor desempeño
- Se utiliza **UDP** como protocolo de transporte.
  - De hacer falta integridad, se debe implementar a nivel de la aplicación
  - ¿Por qué razón no se usa **TCP**?

Herramientas DNS

- El programa **dig** es una herramienta muy práctica para diagnosticar errores en la configuración de los servidores **DNS**
  - El parámetro **@** permite enviar la consulta a un servidor en particular
  - El parámetro **+norecurse** permite recorrer a mano la jerarquía de servidores de dominio
  - El parámetro **+trace** permite inspeccionar las respuestas que recibe el servidor de dominio por defecto al resolver la consulta efectuada

¿Preguntas?