



Protocolli applicativi basati su TCP/IP

A.A. 2005/2006

Walter Cerroni

Protocolli applicativi

- Sono i protocolli utilizzati dalle applicazioni per scambiarsi informazioni attraverso la rete
- Esempi:
 - HTTP per il web
 - SMTP per la posta elettronica
 - FTP per il trasferimento di file
 - DNS per la risoluzione dei nomi
 - ...
- In genere devono definire:
 - le tipologie di **messaggi** che vengono scambiati
 - tipicamente richieste e risposte, secondo il modello client-server
 - la **sintassi** dei vari tipi di messaggio
 - il significato (**semantica**) delle informazioni contenute nei messaggi
 - le **regole** che governano lo scambio dei messaggi

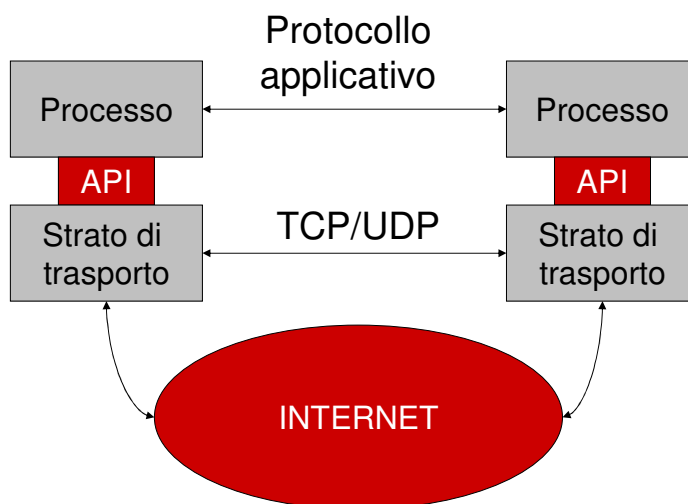
2

Standardizzazione e caratteristiche

- Alcuni protocolli dello strato di applicazione di Internet vengono definiti nelle RFC
 - se un protocollo è definito in una RFC, chiunque si conformi ad esso è in grado di comunicare, indipendentemente dall'implementazione del software applicativo (**sistema aperto**)
 - esistono anche protocolli applicativi proprietari (**sistemi chiusi**)
- Un protocollo applicativo può seguire due modelli:
 - **client/server**
 - **peer-to-peer**
 - a livello di connessione TCP il modello è comunque client/server
- Per trasmettere o ricevere informazione attraverso la rete il processo applicativo utilizza le **Application Programming Interface** (API)
 - ad esempio le socket TCP

3

Architettura dei protocolli



4

Hyper-Text Transfer Protocol (HTTP)

- E' il protocollo utilizzato dal World Wide Web
- Al web spetta il merito di aver portato Internet oltre gli ambienti accademici
- HTTP è definito in
 - RFC 1945 (versione 1.0)
 - RFC 2616 (versione 1.1)
- Client HTTP: browser come Mozilla Firefox, IE, Netscape, Safari, Opera, Konqueror, ...
- Server HTTP: Apache, MS-IIS, ...
- La consultazione di una pagina web consiste nel richiedere la spedizione di oggetti individuabili ciascuno attraverso un **URL (Uniform Resource Locator)**
 - file base HTML con vari oggetti referenziati attraverso singoli URL

5

Uniform Resource Locator

- L'identificatore URL è formato di 3 parti
 - <http://deisnet.deis.unibo.it/Didattica/CorsiCE/RetiLB/index.html>**
 - **http://** individua il tipo di server e il protocollo
 - **deisnet.deis.unibo.it** è nome dell'host
 - **/Didattica/CorsiCE/RetiLB/index.html** individua il file all'interno dell'host
 - è possibile inoltre indicare la porta a cui connettersi e passare dei parametri alla risorsa richiesta:
 - **<https://deisnet.deis.unibo.it:8443/dir/page.php?param=value>**
- Attraverso l'applicazione DNS è possibile associare al nome dell'host un indirizzo IP

6

Formato dei messaggi HTTP

- I messaggi sono di due tipi: **richiesta** e **risposta**
- Righe di caratteri ASCII terminate da CR+LF
- Esempio di richiesta:

```
GET /Didattica/CorsiCE/RetiLB/
index.html HTTP/1.1
Accept: */*
Accept-Language: en-us
If-Modified-Since:
Wed, 16 Jan 2002 16:37:40 GMT
User-agent: Mozilla/4.0
Host: deisnet.deis.unibo.it
Connection: Keep-Alive
```

← metodo, file, versione
← contenuto accettato
← preferenza linguistica
← ultima versione nella cache
← tipo di browser
← host
← connessione permanente

7

Formato dei messaggi HTTP

Risposta positiva:

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 03 Mar 2004 17:37:44 GMT
Content-Length: 19692
Content-Type: text/html
Server: Apache/2.0.40 (Red Hat Linux)
Last-Modified: Mon, 01 Mar 2004 16:02:27 GMT

<html>
...
qui c'è il testo HTML della pagina richiesta (19692 byte)
...
</html>
```

8

Formato dei messaggi HTTP

Risposta negativa (il file richiesto non esiste):

```
HTTP/1.1 404 Not Found
Date: Wed, 03 Mar 2004 17:38:37 GMT
Content-Length: 1067
Content-Type: text/html
Server: Apache/2.0.40 (Red Hat Linux)

<html>
...
Object not found
...
Error 404
...
</html>
```

9

Connessione non permanente

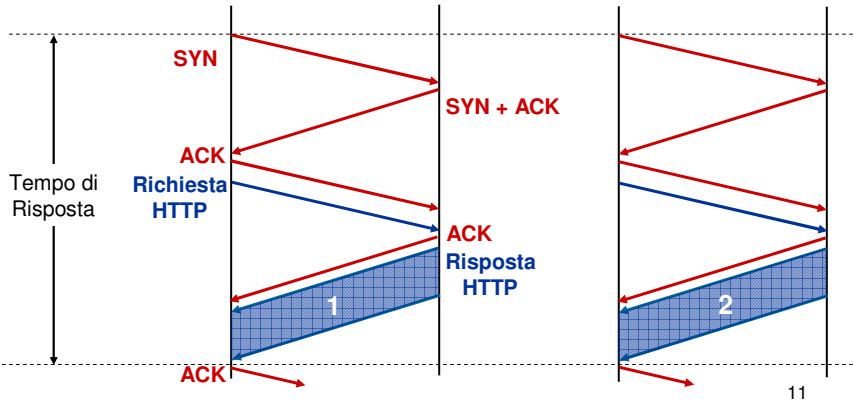
<http://deisnet.deis.unibo.it/Didattica/CorsiCE/RetiLB/index.html>

1. il client HTTP inizia una connessione TCP verso l'host **deisnet.deis.unibo.it** sulla cui porta **80** il server HTTP è in ascolto
2. il client HTTP invia una richiesta (GET) al server attraverso la socket associata alla connessione TCP stabilita al punto 1; nella richiesta specifica il file **/Didattica/CorsiCE/RetiLB/index.html**
3. il server riceve la richiesta, incapsula l'oggetto specificato nella risposta HTTP e invia il messaggio al client attraverso la socket
4. il server HTTP invia quindi al TCP la richiesta di chiusura della connessione, che avverrà solo dopo che il messaggio di risposta è stato riscontrato dal client
5. la connessione TCP si conclude; il messaggio indica che l'oggetto è un file HTML; il client lo estrae e trova i riferimenti agli oggetti referenziati (immagini, fogli di stile, oggetti Javascript, ...)
6. i passi precedenti vengono ripetuti per ciascuno degli oggetti referenziati (eventualmente aprendo più connessioni in parallelo)

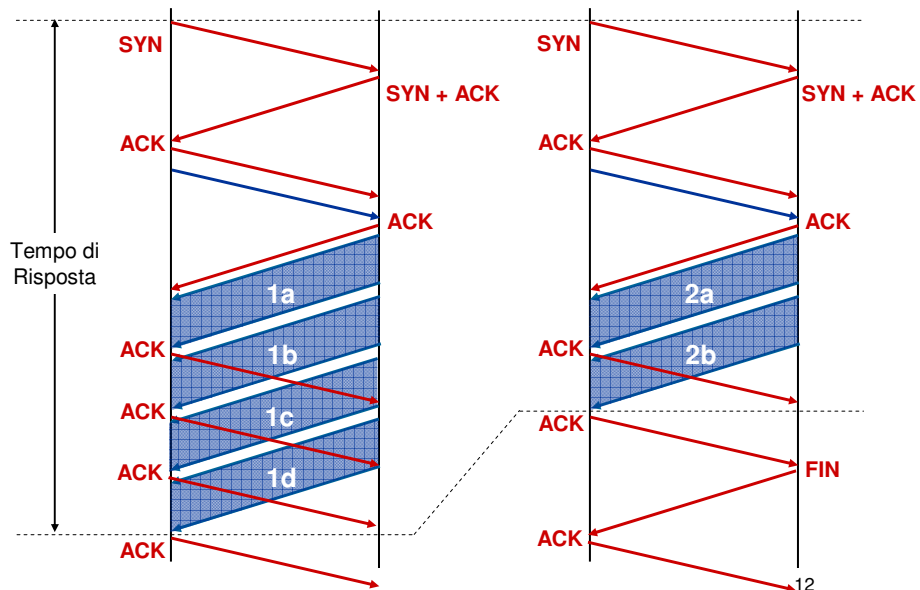
10

Tempo di risposta

- Per ricevere il file base HTML occorre
 - 1 RTT (Round Trip Time) per l'instaurazione della connessione TCP
 - 1 RTT per l'invio della richiesta e l'arrivo della risposta
 - tempo di trasmissione del file HTML al client

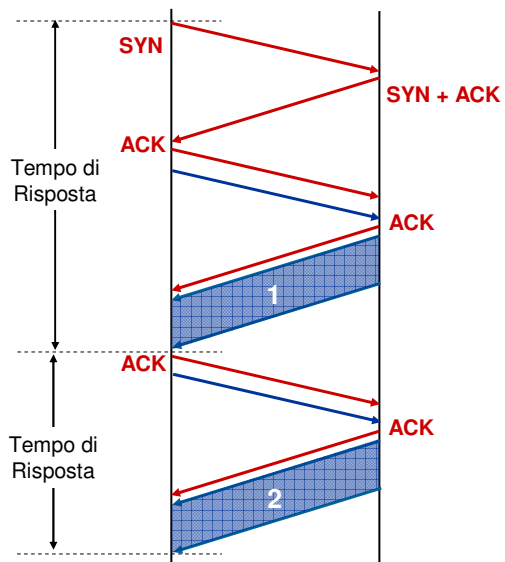


Tempo di risposta per messaggi lunghi



Connessione permanente

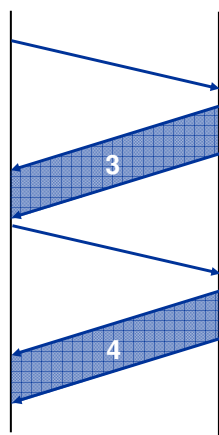
- E' la modalità di default per HTTP 1.1
- Il server non chiede la chiusura della connessione TCP se non dopo che è scaduto un time-out durante il quale la connessione non è utilizzata
- Per ricevere un oggetto (tranne il primo) occorre:
 - 1 RTT
 - tempo di trasmissione del file HTML



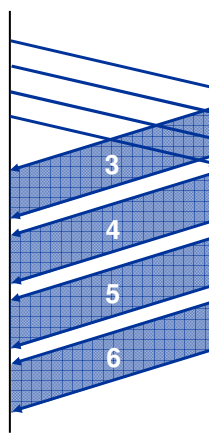
13

Connessione permanente

Senza parallelismo



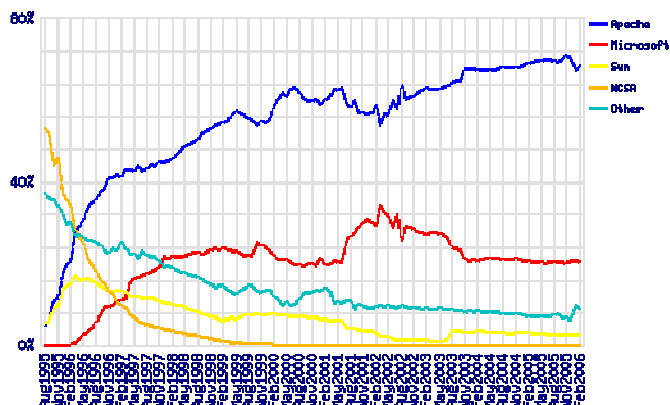
Con parallelismo



14

Server HTTP

Apache è il server HTTP più diffuso nel web



Disponibile su

http://news.netcraft.com/archives/web_server_survey.html

15

Nomi e indirizzi – Domain Name System

- **Domain Name System (DNS)** associa ad ogni host un nome simbolico che corrisponde ad un suo indirizzo IP
- DNS è definito in
 - RFC 1034 (concetti di base)
 - RFC 1035 (dettagli implementativi)
- I nomi sono composti da stringhe di caratteri separati da punti:
 - le stringhe sono abbreviazioni convenzionali, più facili da ricordare, che indicano luogo fisico e/o ente di appartenenza dell'host
 - il numero di stringhe è virtualmente illimitato, al contrario del numero IP
- Es. **deis85.deis.unibo.it**

16

Organizzazione del DNS – Domini

- Dal punto di vista dei nomi degli host, Internet è partizionata in aree logiche dette **domini**
- I singoli domini possono a loro volta essere suddivisi in **sottodomini** (non esiste limite al numero di ripartizioni di un dominio o sottodominio)
- La struttura dei nomi segue questa organizzazione gerarchica a partire da destra, dove si trova la stringa relativa al dominio di primo livello (**top level domain - TLD**)

17

Alcuni TLD

.edu istituzioni accademiche e di ricerca negli USA

.gov istituzioni governative USA

.com organizzazioni commerciali

.mil istituzioni militari USA

.org altre organizzazioni (tipicamente non-profit)

.net centri di supporto alla rete

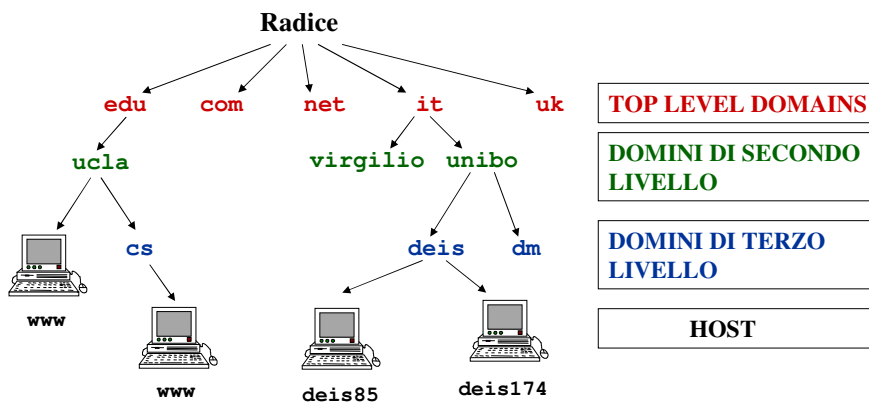
country code TLD sigle standard per identificare le nazioni (ISO 3166)

.it .fr .uk .de .au .jp .ie .dk .br ...

18

Gerarchia dei domini

deis85.deis.unibo.it



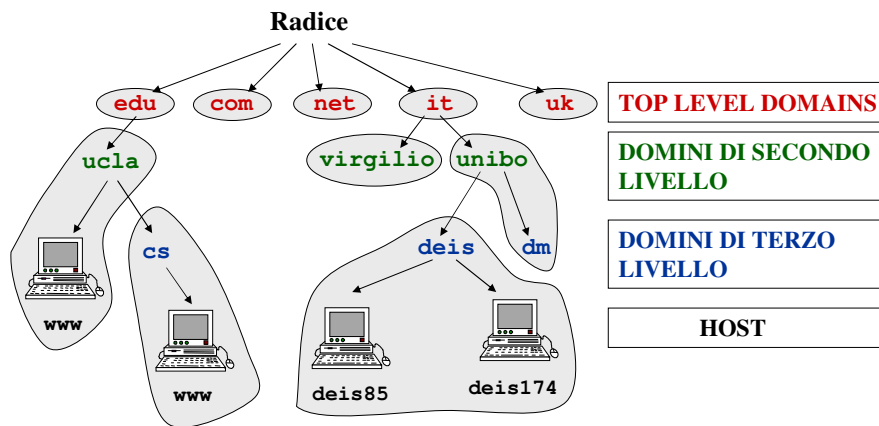
19

Gestione del database dei nomi

- **PROBLEMA** – come fare a gestire un database con tutti i nomi degli host di Internet?
- **SOLUZIONE** – database distribuito
 - Lo spazio dei nomi è suddiviso in **zone** non sovrapposte, che contengono uno o più sottodomini
 - Ciascuna zona prevede un **name server** principale ed uno o più server secondari
 - Ogni name server è a conoscenza degli indirizzi IP corrispondenti ai nomi degli host contenuti nella sua zona, di cui è responsabile (autorità)

20

Suddivisione in zone



21

Come avere un numero dato il nome (1)

- Un'applicazione su `deis85.deis.unibo.it` deve contattare l'host `deis174.deis.unibo.it` di cui non conosce l'indirizzo IP
- Per ottenerlo si rivolge ad un altro programma locale chiamato **name resolver**
- Se il resolver ha già l'informazione richiesta (ad es. in una cache o in un file) la comunica direttamente all'applicazione
- Altrimenti interroga il name server della zona a cui appartiene l'host locale, cioè il name server di `.deis.unibo.it`
- Questo name server ha già l'informazione richiesta (perché di sua competenza) e la comunica al resolver

22

Come avere un numero dato il nome (2)

- Un'applicazione su `deis85.deis.unibo.it` deve contattare l'host `www.cs.ucla.edu` di cui non conosce l'indirizzo IP
- Per ottenerlo si rivolge ad un altro programma locale chiamato name resolver
- Se il resolver ha già l'informazione richiesta (ad es. in una cache o in un file) la comunica direttamente all'applicazione
- Altrimenti interroga il name server della zona a cui appartiene l'host locale, cioè il name server di `.deis.unibo.it`
- Se questo name server ha già l'informazione richiesta (perché in una cache) la comunica al resolver

23

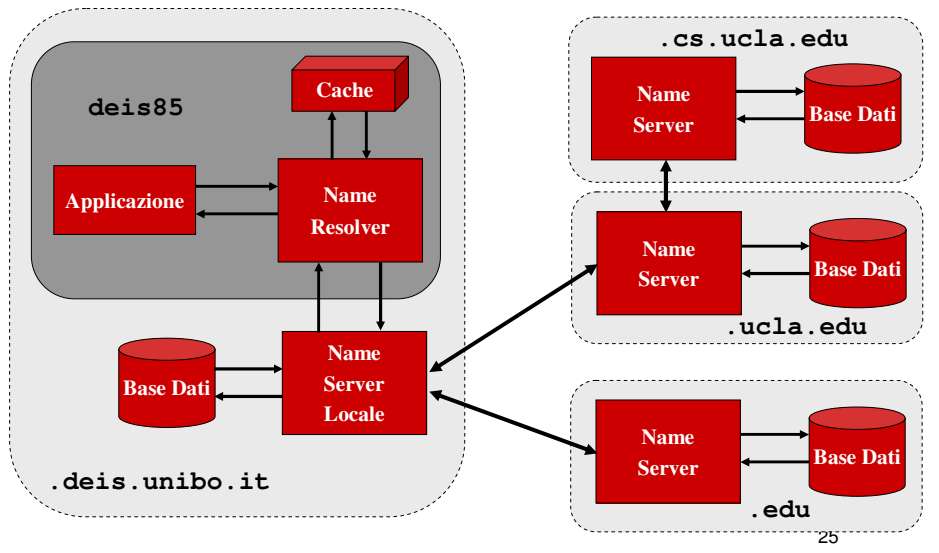
Come avere un numero dato il nome (3)

- Altrimenti contatta il name server di competenza del dominio di livello più alto del nome dell'host cercato, che è `.edu` (se non ne conosce l'indirizzo, richiede questa informazione ad uno dei cosiddetti **root-server**)
- Il name server di `.edu` fornisce l'indirizzo del name server di `.ucla.edu` che, se non conosce l'informazione cercata, rimanda al name server di `.cs.ucla.edu` con due diverse modalità:
 - **ricorsiva**: il name server di `.ucla.edu` reperisce l'informazione e poi la trasmette al name server di `.deis.unibo.it`
 - **iterativa**: il name server di `.deis.unibo.it` provvede a interrogare il name server di `.cs.ucla.edu`
- Il name server di `.deis.unibo.it` consegna al resolver l'indirizzo cercato

24

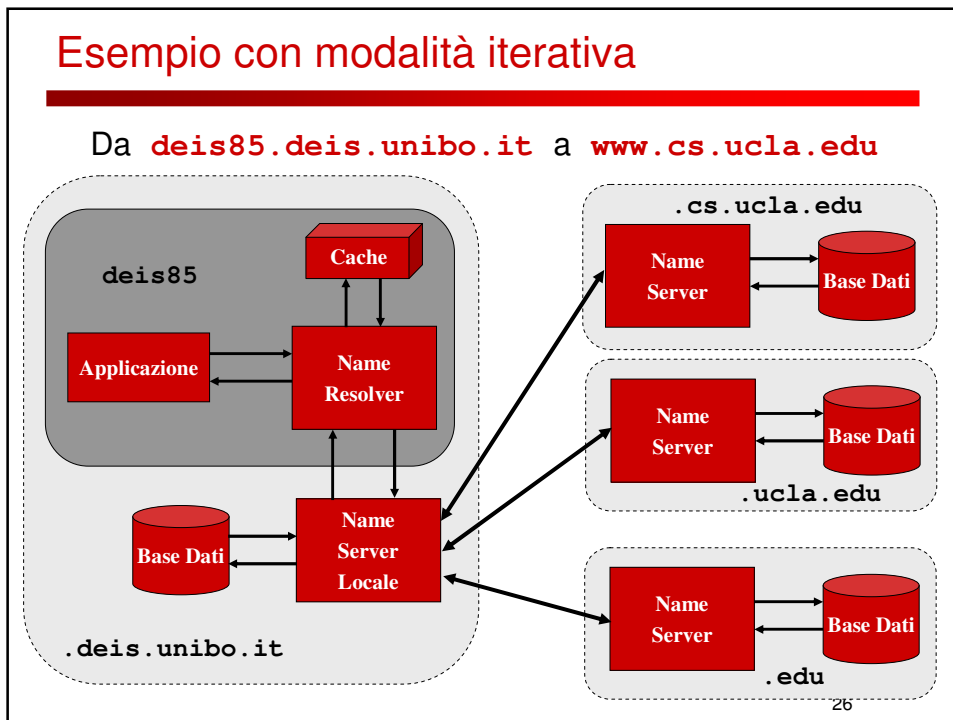
Esempio con modalità ricorsiva

Da `deis85.deis.unibo.it` a `www.cs.ucla.edu`



Esempio con modalità iterativa

Da `deis85.deis.unibo.it` a `www.cs.ucla.edu`



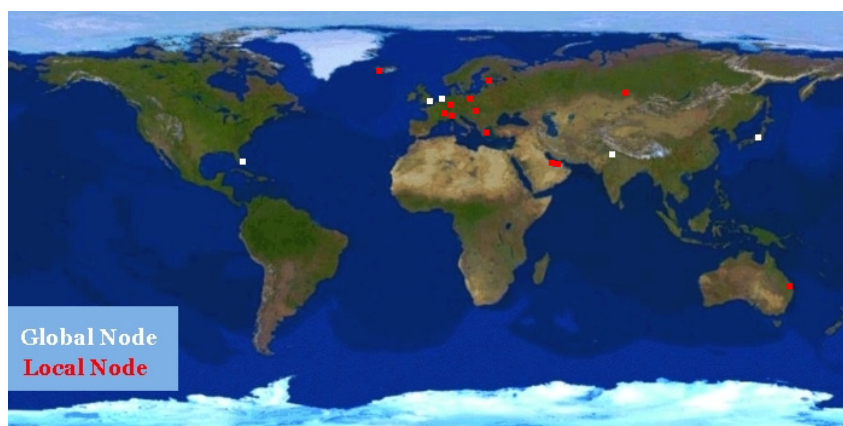
Elenco dei root-server DNS

Ogni root server è identificato da **xx.root-servers.net**, dove "xx" è una lettera da "a" a "m"

Letter	IP address	Operator	Location
A	198.41.0.4	VeriSign	Dulles, VA, USA
B	192.228.79.201	ISI	Marina Del Rey, CA, USA
C	192.33.4.12	Cogent	distributed using anycast
D	128.8.10.90	Univ. of Maryland	College Park, MD, USA
E	192.203.230.10	NASA	Mountain View, CA, USA
F	192.5.5.241	ISC	distributed using anycast
G	192.112.36.4	U.S. DoD NIC	Vienna, VA, USA
H	128.63.2.53	U.S. Army Res. Lab	Aberdeen, MD, USA
I	192.36.148.17	Autonomica	distributed using anycast
J	192.58.128.30	VeriSign	distributed using anycast
K	193.0.14.129	RIPE NCC	distributed using anycast
L	198.32.64.12	ICANN	Los Angeles, CA, USA
M	202.12.27.33	WIDE Project	Tokyo, Japan

27

Distribuzione geografica del root server K



Da <http://k.root-servers.org/>

28

Nslookup – richiesta al root server

```
Command Line
C:\>nslookup deisnet.deis.unibo.it k.root-servers.net
193.in-addr.arpa    nameserver = ns3.nic.fr
193.in-addr.arpa    nameserver = sec1.apnic.net
193.in-addr.arpa    nameserver = sec3.apnic.net
193.in-addr.arpa    nameserver = sunic.sunet.se
193.in-addr.arpa    nameserver = ns-ext.isc.org
193.in-addr.arpa    nameserver = ns-pri.ripe.net
193.in-addr.arpa    nameserver = tinnie.arin.net
*** Impossibile trovare nome server per l'indirizzo 193.0.14.129: No information
Server: Unknown
Address: 193.0.14.129

Nome:    deisnet.deis.unibo.it
Served by:
- nameserver.cnr.it
  194.119.192.34
  it
- dns.nic.it
  193.205.245.5
  it
- auth2.dns.cogentco.com
  66.28.0.30
  it
- m.dns.it
  217.29.76.4
  it
- nsit.garr.net
  193.206.141.46
  it
- ns-it.ripe.net
  193.0.12.109
  it
- j.dns.it
  202.11.16.57
  it

C:\>
```

Nslookup – richiesta al server TLD

```
Command Line
C:\>nslookup deisnet.deis.unibo.it dns.nic.it
Server: dns.nic.it
Address: 193.205.245.5

Nome:    deisnet.deis.unibo.it
Served by:
- dectcp.cineca.it
  unibo.it
- almadns.unibo.it
  137.204.1.15
  unibo.it
- spoletta.dm.unibo.it
  130.136.1.25
  unibo.it
- dns.nis.garr.it
  unibo.it
- cine88.cineca.it
  unibo.it

C:\>_
```

30

Nslookup – richiesta al server di unibo.it

```
C:\>nslookup deisnet.deis.unibo.it almadns.unibo.it
Server: almadns.unibo.it
Address: 137.204.1.15

Nome:    deis85.deis.unibo.it
Address: 137.204.57.85
Aliases: deisnet.deis.unibo.it

C:\>nslookup deisnet.deis.unibo.it dns.deis.unibo.it
Server: prometi.deis.unibo.it
Address: 137.204.59.1

Nome:    deis85.deis.unibo.it
Address: 137.204.57.85
Aliases: deisnet.deis.unibo.it

C:\>
```

31

Dig – trace delle richieste (1)

```
192.168.20.1 - PuTTY
g5-walter:~ walter$ dig +trace deisnet.deis.unibo.it

;<<>> DiG 9.2.2 <<>> +trace deisnet.deis.unibo.it
;; global options: printcmd
.                340662  IN      NS      G.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      H.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      I.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      J.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      K.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      L.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      M.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      A.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      B.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      C.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      D.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      E.ROOT-SERVERS.NET.
.                340662  IN      NS      F.ROOT-SERVERS.NET.
;; Received 420 bytes from 212.131.30.42#53 (212.131.30.42) in 66 ms

it.              172800  IN      NS      AUTH2.DNS.COAGENTCO.COM.
it.              172800  IN      NS      NS-IT.RIPE.NET.
it.              172800  IN      NS      NAMESERVER.CNR.it.
it.              172800  IN      NS      J.DNS.it.
it.              172800  IN      NS      M.DNS.it.
it.              172800  IN      NS      DNS.NIC.it.
it.              172800  IN      NS      NSIT.GARR.NET.
;; Received 410 bytes from 192.112.36.4#53 (G.ROOT-SERVERS.NET) in 197 ms
```

32

Dig – trace delle richieste (2)

```
192.168.20.1 - PuTTY
it.          172800 IN      NS      DNS.NIC.it.
it.          172800 IN      NS      NSIT.GARR.NET.
;; Received 410 bytes from 192.112.36.4#53 (G.ROOT-SERVERS.NET) in 197 ms

unibo.it.    86400  IN      NS      dectcp.cineca.it.
unibo.it.    86400  IN      NS      almadns.unibo.it.
unibo.it.    86400  IN      NS      spoletta.dm.unibo.it.
unibo.it.    86400  IN      NS      dns.nis.garr.it.
unibo.it.    86400  IN      NS      cine88.cineca.it.
;; Received 195 bytes from 66.28.0.30#53 (AUTH2.DNS.COAGENTCO.COM) in 243 ms

deis.unibo.it. 432000 IN      NS      dns.deis.unibo.it.
;; Received 73 bytes from 130.186.1.53#53 (dectcp.cineca.it) in 106 ms

deisnet.deis.unibo.it. 28800 IN      CNAME   deis85.deis.unibo.it.
deis85.deis.unibo.it. 28800 IN      A       137.204.57.85
deis.unibo.it. 28800 IN      NS      promet4.deis.unibo.it.
deis.unibo.it. 28800 IN      NS      dns.ing.unife.it.
deis.unibo.it. 28800 IN      NS      dns.deis.unibo.it.
deis.unibo.it. 28800 IN      NS      ns1.ing.unibo.it.
deis.unibo.it. 28800 IN      NS      ns2.ing.unibo.it.
deis.unibo.it. 28800 IN      NS      almadns.unibo.it.
;; Received 286 bytes from 137.204.59.1#53 (dns.deis.unibo.it) in 60 ms

g5-walter:~ walter$
```

33