

Reti geografiche, da TCP/IP ad OSI

*Punti d'incontro e di scontro tra gli standard de facto e de jure
nel mondo distribuito partito da Unix e via via affermatosi*

di Leo Sorge

Per parlare di reti geografiche bisogna senz'altro partire da Unix. Questo sistema operativo già supportava una sua primitiva rete mondiale, UUCP, poi soppiantata dal TCP/IP che ha avuto come madre l'Arpa, Agenzia del Ministero della Difesa statunitense, e come papà lo Unix BDS. Pur tra dubbi e discussioni, le reti geografiche di oggi devono e dovranno confrontarsi ancora con lui, emerso vincitore da un ventennio di tecnologia, e con ISO/OSI, il risultato di regole ed accordi destinati a durare. Dopo vent'anni, TCP/IP mostra la corda nel numero di indirizzi che può contenere, ma anche e soprattutto nel suo punto di forza, la semplicità, che con la crescita dei sistemi distribuiti non permette più di risolvere i problemi. D'altro canto la pesantezza dell'apparato di ISO, e il tempo necessario agli standard de jure per essere approvati prima, ed imporsi dopo, offrono il porto sicuro d'un sistema complicato fin dall'installazione ma che apre le porte ad un'effettiva coesistenza di tutti, indipendentemente dallo standard e dal servizio.

È anche evidente che un patrimonio come quello del TCP/IP non può essere dimenticato, per cui lo si ingloberà nell'altro (cosa già attiva in molti centri di ricerca); è poi probabile che OSI stesso venga accettato con qualche sfrondata in alto, per dar luogo ad un quadro di riferimento veramente unico e funzionante. Staremo a vedere, e nel frattempo vi parliamo di TCP/IP ed OSI in due articoli successivi. Un unico avvertimento per i puristi: in queste descrizioni non sempre usiamo la terminologia ufficiale, specie nel caso del dottrinale OSI, perché spesso confonde le idee anche ai tecnici, figuriamoci agli altri.

Lan, Man e Wan

La connessione di più elaboratori prende il nome di Lan, o Local Area Network, più in breve rete. A livello non

locale si ha la Wan, Wide Area Network, che per l'estensione teoricamente mondiale viene chiamata anche rete geografica. Tra le due si può inserire la Man, Metropolitan Area Network, in pratica una Lan veloce ed estesa a livello cittadino.

A qualunque livello ci si metta, la connessione di più reti locali fa un inter-network, che può essere visto come un unico sistema elaborativo con le stesse caratteristiche d'un qualsiasi sistema multiutente: risorse condivise, programmi e dati organizzati in un file system, meccanismi di log-in e servizi di amministrazione. Il livello di dettaglio è ovviamente minore di quello d'un sistema tradizionale, ma ne deve mantenere la trasparenza all'utente, che deve vedere tutte le componenti come se fossero locali. Siamo in presenza d'un sistema distribuito.

Nel tempo si sono affermate due so-

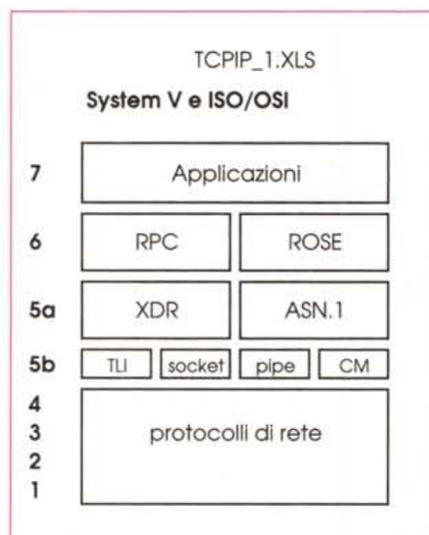
luzioni aperte, il TCP/IP e l'ISO/OSI. Il TCP/IP è uno standard di fatto, nel senso che è divenuto largamente usato dapprima insieme ad Unix, poi anche su altre piattaforme, nel tempo diventando uno standard maturo ed affidabile: le sue caratteristiche principali sono la semplicità e l'apertura, sia a varie reti che ad altri ambienti operativi. L'OSI, Open System Interconnection, è invece uno standard de jure, studiato dall'ISO - International Standard Organization - per dare un inquadramento assoluto ad una problematica sempre più sentita. Come vedremo, l'evoluzione del TCP/IP è la base di qualsiasi discorso di inter-networking, che poi confluisce naturalmente nella schematizzazione OSI.

TCP/IP: la storia

Alla fine degli anni '60 il Ministero della Difesa statunitense, desideroso di collegare tra loro i vari elaboratori, finanziò alcune ricerche che nel 1969 portarono ad Arpanet, la prima rete sperimentale con file transfer e remote login a livello federale. Ovviamente la tecnologia di allora non era granché, per cui serviva qualcosa di più veloce, più affidabile ed integrabile alle altre reti che stavano sorgendo per mano dei grandi dell'hardware, in primis IBM e Digital ma anche l'onnipresente Xerox.

Un nuovo programma di ricerche iniziato nel 1973 portò alla prima versione funzionante di TCP/IP, proprio dieci anni dopo la prima release di Arpanet, che al TCP/IP venne convertita. Ma né la tecnologia né la sua diffusione erano sufficienti, e il Ministero - che nel 1982 l'aveva resa di pubblico dominio - finanziò l'università di Berkeley perché integrasse il protocollo in Unix versione BSD, e anche per fare nuovi studi; tali fondi andranno avanti fino al 1992.

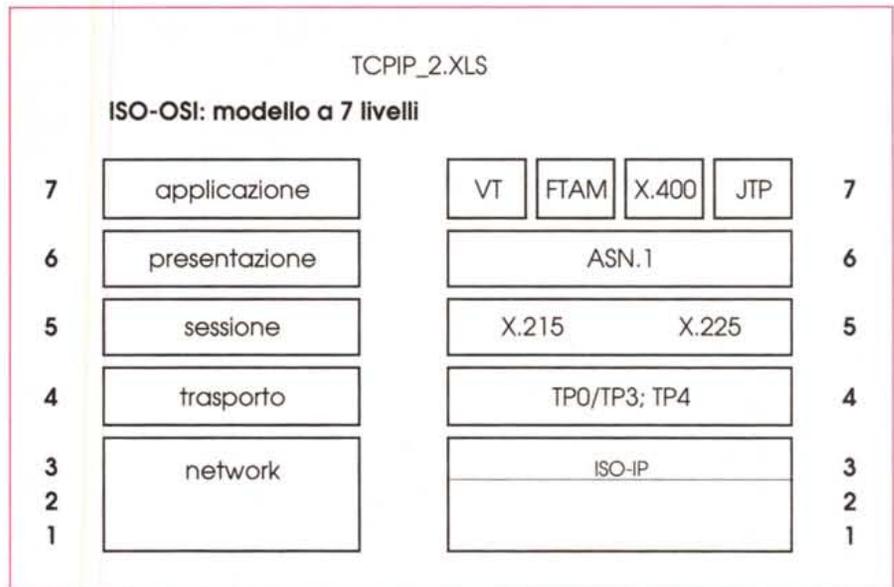
Un altro progetto indipendente dal primo si andava consolidando, in quanto la National Science Foundation aveva bisogno di una rete a livello federale



Sotto System V l'interconnessione standard avviene tramite NFS, il Network File System che si appoggia su RPC ed XDR. La figura è organizzata secondo il modello OSI, ovvero a 7 livelli, e propone due analogie tra moduli di System V e moduli OSI, nel dettaglio tra XDR ed ASN.1 e tra RPC e ROSE.

per collegare i propri centri di ricerca, e scelse il TCP/IP per dare vita ad una dorsale ad alta velocità che connettesse varie reti locali in una internet, una rete di reti. Il fatto che entrambe Arpa ed NSF usino lo stesso protocollo ha fatto sì che le due reti vengano viste come un'unica internet, e che il TCP/IP sia diventato lo standard aperto di riferimento nelle reti.

Nel frattempo gli altri andavano avanti a modo loro, IBM fortissima nel mondo commerciale ed industriale con SNA, Digital egemone nel mondo scientifico con DECnet. Qualche anno dopo nascevano due fenomeni come Sun e Novell, la prima capace di connettere in rete distribuita NFS decine di migliaia di workstation risc, la seconda inizialmente dedicata al mondo Intel secondo Microsoft prima e System V dopo. La legittimazione definitiva avviene nel 1992, quando oltre agli altri problemi IBM ha dovuto accogliere TCP/IP a pieno titolo in SNA, la sua architettura di rete.



Ecco il modello ISO/OSI teorico a 7 livelli, dato che oggi è comunque questo il riferimento per tutto. I livelli da 1 a 3 non sono dettagliati, ma si tratta dei protocolli di rete locale (Ethernet, Token Ring, FDDI...) e geografica (X.25).

Video killed the data stars

Come spesso accade, lo standard si cura di regolarizzare il passato più che di programmare il futuro. Nelle telecomunicazioni il futuro è ovviamente l'audiovideo, già utilizzabile in svariate Lan. Per trasmettere le immagini al di fuori della Lan, però, le tecnologie viste ai livelli bassi di TCP/IP ed OSI sono già vecchie, e servono altri sistemi. I nomi nuovi a livello 2 di OSI sono l'ATM e il DQDB, reti metropolitane a tutti gli effetti. Oltre alla banda e alle distanze, la principale differenza tra reti locali e metropolitane è l'integrazione con i servizi audio e video, assolutamente obbligatori per le Man che richiedono anche un certo sforzo economico nell'installazione.

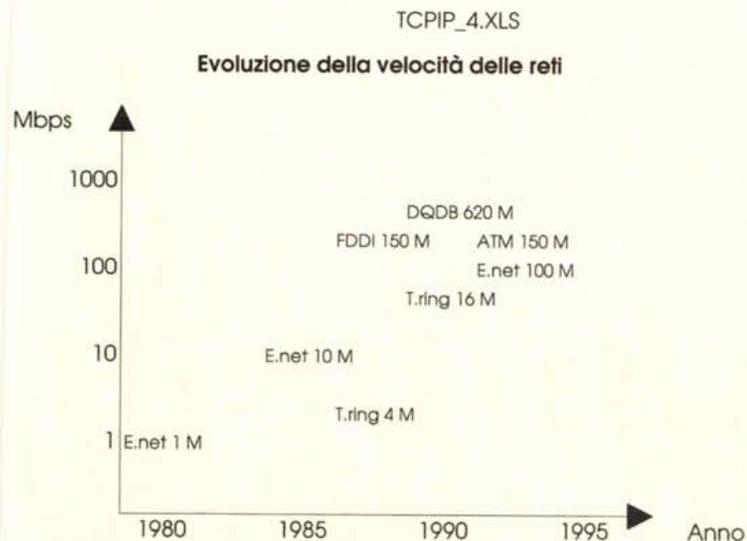
L'unica speranza per il futuro già contemplata è l'FDDI, che può essere definita una Lan per la velocità ed una Man per l'estensione. La Fiber Distributed Data Interface va a 100 Mbps su un anello di 100 km di lunghezza, e può connettere più reti con tanto di trasmissione d'immagini. Costa pochissimo implementarla su reti esistenti, ma la banda si satura facilmente in condizioni di picco.

L'Asynchronous Transfer Mode accetta dati di varie caratteristiche (velocità, CO/CL) e li instrada a 150 Mbps; è compatibile con la B-ISDN, la versione a larga banda dei servizi integrati, e può essere usato anche come Lan ad alta velocità, in fiera concorrenza con l'FDDI.

Il Distributed Queued Data Bus è un progetto australiano del 1986, attualmente in fase di standardizzazione sotto IEEE 802.6. Agisce su

due bus di pari livello a 150 Mbps l'uno, e permette la definizione di subnetwork: il doppio bus permette di isolare eventuali nodi inattivi.

Non è facile sapere quale di questi servizi avrà successo ma i fattori critici sembrano essere la compatibilità con l'ISDN, ma soprattutto il costo di trasmissione di dati multimediali.



La velocità di comunicazione aumenta in modo impressionante: le abbreviazioni T.ring ed E.net stanno ovviamente per Token ring ed Ethernet.

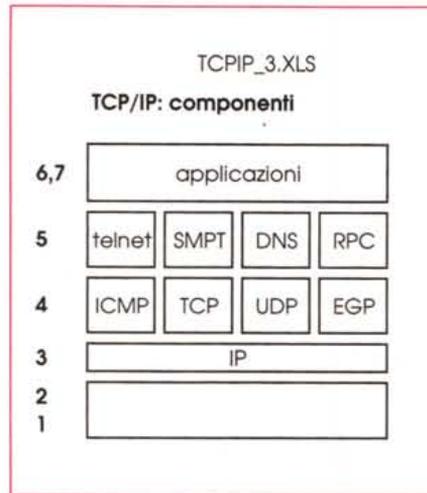
TCP/IP: le basi

Se abbiamo due reti locali con standard diversi, ad esempio Ethernet e Token Ring, per farle parlare tra loro dobbiamo usare un interprete, in modo da creare una rete virtualmente omogenea che invii i pacchetti tra nodi della rete indipendentemente dal loro tipo. Una soluzione di questo tipo si chiama *Internet Protocol*, in breve IP, e fa parte del meccanismo di rete.

Ma i programmi non comunicano tra loro tramite nodi, ma tramite processi, che sono parti di programma. Serve quindi un meccanismo che legga i processi di tutti i programmi attivi, scomponendone le parti da inviare e dando al meccanismo di rete quello che va ai singoli nodi. È questo un meccanismo di trasporto, implementato con un TCP, *Transport Control Protocol*, che si occupa anche di gestire i dati dei singoli processi e la correttezza dell'invio.

In parole povere il TCP/IP è tutto qui: quello che sta sotto è la rete, in buona parte inglobata nell'IP, e quello che sta sopra sono i servizi offerti all'utente che come detto vede la rete come un sistema operativo più grande e meno manovrabile di quello locale.

Finora abbiamo parlato di comunicazione tra nodi senza dare maggiori rag-



Le principali componenti del TCP/IP. È stata usata la numerazione di OSI a 7 livelli, anche se questo protocollo definisce solo l'equivalente del livello 4 e uno strato superiore del livello 3.

guagli. A questo punto è però importante introdurre una differenza, a seconda che mittente e destinatario si parlino oppure se il mittente semplicemente spedisce informazioni senza esplicito controllo. Definendo "connessione" il contatto tra utenti, nel primo caso abbiamo una trasmissione orientata alla connessione, nel secondo caso una senza connessione: dalle iniziali dei nomi inglesi *Connection Oriented* e *Connection Less* vengono le sigle CO e CL,

che vedremo di grande importanza in tutte le problematiche di sistemi distribuiti. Una sessione CO somiglia ad una chiamata telefonica con operatore: è un accordo tra tre parti, il mittente, il destinatario e il fornitore del servizio, tutti presenti al momento della connessione, che elettronicamente negoziano alcuni parametri (ad esempio il prezzo, o la velocità di trasmissione) e si mantengono in reciproco contatto. Viceversa una sessione CL somiglia all'invio di posta: il mittente ha un accordo con il fornitore del servizio, al quale consegna il plico senza negoziazione né garanzia che il destinatario riceverà il plico o lo aprirà. Orbene il TCP è un CO, mentre il CL si chiama UDP, *User Datagram Protocol* in quanto il pacchetto dei dati si chiama *datagram*.

TCP/IP: i servizi

Abbiamo più volte assimilato il sistema distribuito ad un qualsiasi sistema multiutente. In questo i servizi vengono garantiti dal sistema operativo, in quello sono meno integrati e vengono chiamati gestori di ambienti distribuiti. Le principali funzioni d'un sistema multiutente sono il collegamento o login, la navigazione nel file system con possibilità di agire sui file, l'esecuzione di programmi e delle utility di gestione: in un ambiente distribuito dobbiamo ritrovare tutte queste possibilità, insieme a qualche altra che tenga in considerazione l'esten-

Glossario

Arpa, Advance Research Project Agency (o Darpa, con la D di Defense): agenzia dei progetti scientifici del Ministero della Difesa statunitense.

ATM, Asynchronous Transfer Mode: rete metropolitana a velocità di 155 Mbps.

Coloured book: protocolli di internetworking del Regno Unito.

ConnectionLess, CL: un protocollo di trasmissione o un servizio che invia i dati senza aver prima stabilito la connessione, cioè senza la certezza che il destinatario sia all'ascolto.

Connection Oriented, CO: un protocollo di trasmissione o un servizio che prima d'iniziare la trasmissione si assicura che il destinatario sia all'ascolto.

Datagram: pacchetto di dati in TCP/IP.

DECnet: rete di Digital.

DNS, Domain Network System: il servizio di directory usato dal TCP/IP.

DQDB, Distributed Queued Data Bus: protocollo di rete geografica ad altissima capacità (dai 45 ai 620 Mbps).

Email: posta elettronica.

FDDI, Fiber Distributed Data Interface: evoluzione del token ring a 100 Mbps su fibre ottiche.

FTP, File Transfer Protocol: il protocollo standard di TCP/IP per il trasferimento di file.

Gosips, Government OSI Procurement Specifications: sottoinsieme di OSI richiesto dal Governo degli Stati Uniti.

IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers: associazione americana che propone standard nel settore elettronico ed informatico.

Internetworking: collegamento di più reti diverse. L'abbreviazione Internet identifica la rete mondiale nata dal collegamento di Arpanet e di NSFnet.

Ip, Internetworking Protocol: interfaccia tra il livello di trasporto e le varie reti fisiche.

Lan, Local Area Network: interconnessione di più elaboratori disposti a breve distanza, nell'ordine delle decine o centinaia di metri.

Login: collegamento con una macchina multiutente.

Man, Metropolitan Area Network: rete metropolitana, con circonferenza di 100 km e velocità di oltre 100 Mbps.

MIB, Management Information Base: archivio di dati statistici sul funzionamento della rete TCP/IP.

NFS, Network File System: file system di rete secondo SUN e standard in System V.

NIS, Network Information Service: directory di rete di NFS.

RPC, Remote Procedure Call: meccanismo di esecuzione di chiamate di sistema poste su un elaboratore remoto.

SNA, System Network Architecture: la rete geografica secondo IBM.

SMTP, Simple Mail Transfer Protocol: la posta elettronica di TCP/IP.

SNMP, Simple Network Management Protocol: il servizio di gestione di rete di TCP/IP, posto sopra al livello 3.

TCP, Transport Control Protocol: livello di trasporto del TCP/IP.

Triple X: login remoto di TCP/IP. Deve il suo nome ai tre standard che raggruppa: X.28, X.3 e X.29.

UUCP, Unix to Unix CoPy: il protocollo di base per la trasmissione di file sotto Unix.

UDP, User Datagram Protocol: servizio connectionless del TCP/IP.

Wan, Wide Area Network: rete geografica, ovvero sparsa su tutto il mondo.

XDR, eXternal Data Representation: metodo di descrizione dei dati di NFS.

sione del sistema, quindi perlomeno un elenco di utenti e la possibilità di comunicare con loro. Nel loro insieme queste funzioni sono i servizi, in parte provenienti dalla tradizione At&t di System V, in parte ristudiati dal BSD.

L'accesso tramite **login remoto** avviene generalmente con Telnet, il protocollo standard per la rete Arpa, pensato fin dall'inizio per ambienti eterogenei, tanto che è stato semplice portarlo verso ambienti IBM con le versioni TN3270 e TN5250. Su Unix un'alternativa è l'rlogin di BSD.

La **navigazione nel file system** può avvenire a due livelli. La più semplice è il ben noto FTP, *File Transfer Protocol*, che nella modalità anonima permette di navigare nella rete, accedendo ai directory per trasferirne i file sull'hard disk locale. Ancora più semplice è il comando rcp, *remote copy*, di BSD. Andando su un livello più elevato incontriamo il Network File System di Sun, buon seguace della filosofia di Unix e TCP/IP

nel preferire la velocità alla sicurezza; l'NFS si basa sulla rappresentazione dei dati secondo le regole dell'XDR (eXternal Data Representation) e sull'esecuzione in remoto tramite l'RPC, le Remote Procedure Calls. A proposito dell'RPC va detto che possono essere implementate in vari modi, e sta avendo un certo seguito la riscrittura usata da OSF nel DCE e seguita da Microsoft in Windows NT. L'**esecuzione di programmi**, oltre che tramite RPC, può avvenire con il comando rsh di BSD (in System V diventa remsh), che segue le direttive d'uno script in shell, il file batch di Unix.

Muoversi in un ambiente distribuito comporta la gestione di molti utenti, per i quali serve un servizio di elenco, il **directory**, tradizionalmente indicato con il nome di pagine gialle. Anche in questo caso la procedura più usata proviene da Sun, ed è il NIS - *Network Information System* - tra l'altro fondamentale con NFS. NIS però è più a livello di rete lo-

cale che di rete Internet mondiale, ove si usa il DNS, *Domain Name Service*, che può sia interoperare con il NIS che sostituirlo anche in locale. Una volta trovati gli utenti, il modo più semplice di comunicare è la **posta elettronica** o *email*. Unix è nato con l'email, sia locale, che geografica (con UUCP, *Unix to Unix Communication Program*), ma in Internet il protocollo è cambiato, ed è il *Simple Mail Transfer Protocol*. L'SMTP si basa su un formato fisso dei dati in ASCII a 7 bit e su un protocollo d'instradamento che codifica i nomi con la formula **locale@dominio** ove *locale* è il nome dell'utente e il *dominio* è la sottoreta, eventualmente suddivisa in sottodomini separati dal punto (ad esempio mclink.it, oppure osf.org).

Infine diamo un po' di spazio ai meccanismi di **gestione della rete**, anche questi codificati in un protocollo, il SNMP o *Simple Network Management Protocol* che gestisce le statistiche di stato ed errore dei dati contenuti in un database generato durante il funzionamento. In pratica si tratta d'un meccanismo posto sopra al livello 3, quello di rete, e si basa sulla costruzione d'un archivio di statistiche contenute nel MIB, la *Management Information Base* che viene aggiornato scambiando dei datagram in UDP. Questa soluzione è molto adattabile ai vari hardware, perché le variabili del MIB sono decise dal costruttore.

Lo schema Internet

La rete Internet è organizzata come un semplice albero a più livelli. Dopo la radice il primo livello è detto dei top-level domains, il secondo dell'azienda, il terzo è un riferimento organizzativo e poi ci sono le divisioni all'interno dell'azienda.

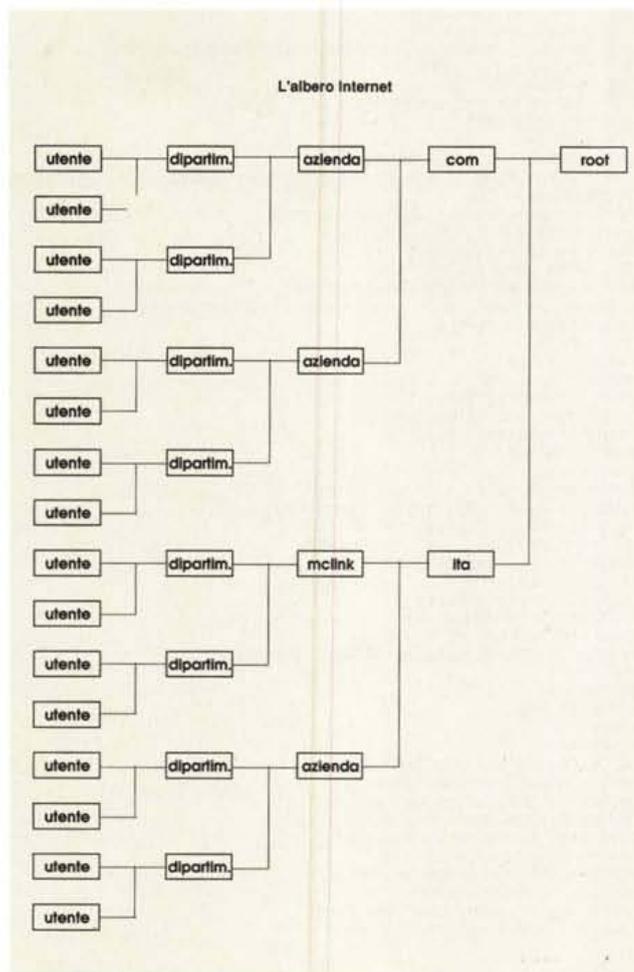
Per i top-level domains ci sono restrizioni sui nomi, che possono essere solo di due tipi:

a) i codici ISO di due lettere che identificano le nazioni, ad esempio **it** per l'Italia, usato ovunque eccetto che negli States;

b) dei codici americani di tre lettere che identificano la categoria, ad esempio **gov** per governo, **edu** per educational (scuole ed università), **com** per commerciali, **org** per organizzazioni.

Viene accettato anche il nome **arpa**, che ovviamente è riservato.

Come visto nell'articolo, l'indirizzo finale è associato ad una stringa che ha la forma **locale@dominio** ove la parte dominio è appunto quella costruita separando con dei punti i nomi dall'ultimo elemento a sinistra dell'albero fino al top level. Ad esempio MC-link ha come dominio **mclink.it**, e ciascun utente ha come campo *locale* una sigla, ad esempio MC6750; in altre organizzazioni il *locale* è composto da nome.cognome della persona.



Osservazioni

Il TCP/IP è semplice ed efficiente, e può essere installato da un utente evoluto, cosa che in OSI non è possibile. Ha però diverse controindicazioni:

- la gestione dei nomi dovrà cambiare per la fine degli indirizzi;
- su collegamenti lenti o poco efficienti non va bene;
- non ci sono soluzioni transazionali;
- non c'è sicurezza;
- non va bene su X.25.

Per questa ed altre ragioni l'Internet Activity Board non incoraggia più lo sviluppo di applicazioni, che però nascono lo stesso per la passione di utenti o all'interno delle università, il che rende questo protocollo un eccellente banco di prova per le nuove tecnologie.

Tra l'altro proprio gli ambienti accademici statunitensi hanno mostrato qual è l'immediato futuro, montando i livelli 5, 6 e 7 sopra al TCP/IP con il progetto ISODE, un ISO/OSI DEMonstrator. È senz'altro una carta da provare. MS

Leo Sorge è raggiungibile tramite MC-link alla casella MC6750 e tramite Internet all'indirizzo MC6750@mclink.i