

W3D2 – Nicholas Di Angelo -

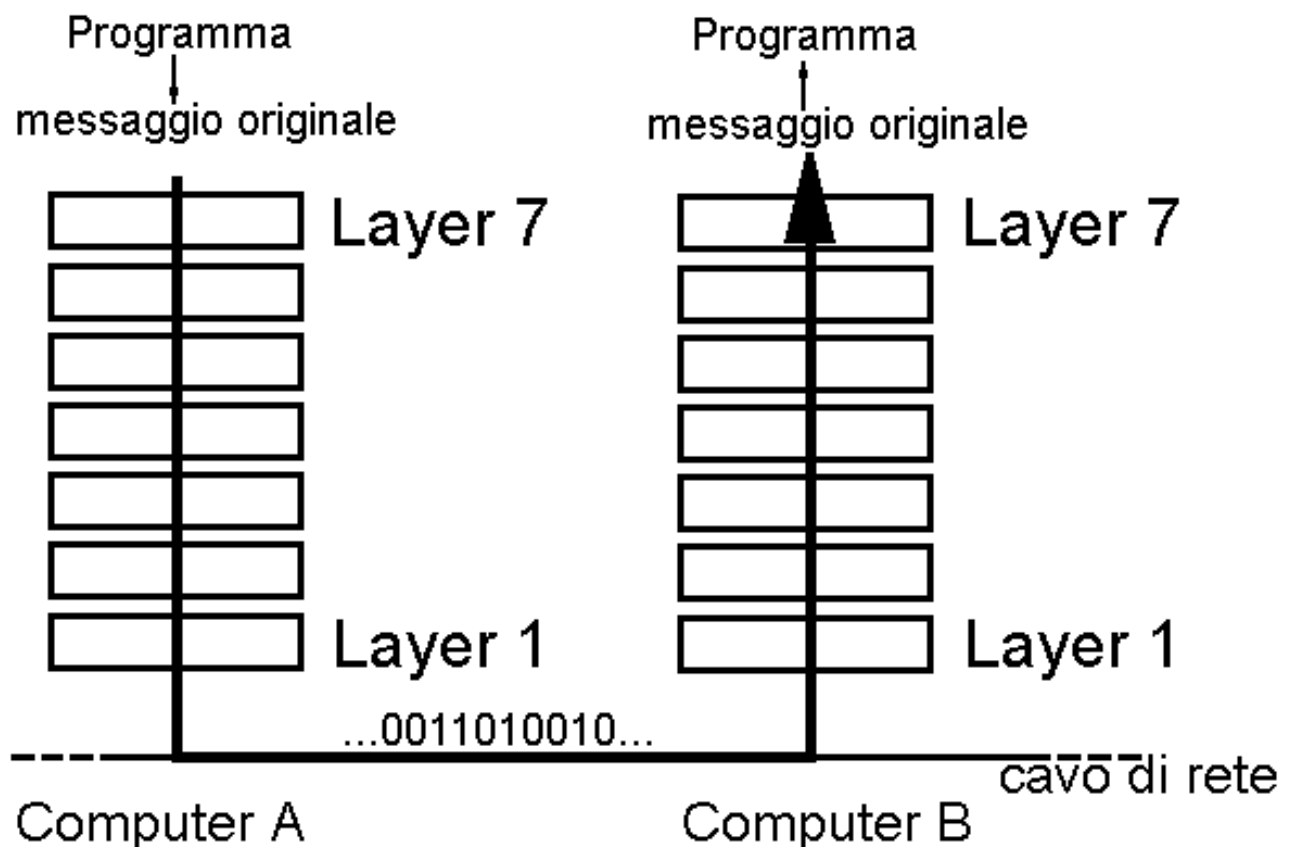
Il viaggio dei dati

Un'operazione semplice come trasferire un file da un computer ad un altro, nasconde al suo interno una serie di processi che meritano un approfondimento.

IL MODELLO ISO/OSI

Lo standard che seguono le reti locali è l'OSI (Open System Interface) definito negli anni 80 da un ente, l'ISO: Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione. L'OSI è un modello di riferimento che divide l'operazione da cui siamo partiti in sette problemi più piccoli e più facili da analizzare, detti *layer* (livelli).

Vediamo cosa succede ai nostri dati mentre passano da un layer all'altro. Supponiamo di volere mandare un messaggio da un computer A ad un altro computer B. Ecco cosa succede



Come si vede nella figura qui sopra, l'applicazione del computer A genera il messaggio. Poi questo scende nel primo layer, il 7, poi nel 6 nel 5 e così via fino a che non arriva al layer 1.

IMBUSTAMENTO MULTIPLO

Durante ogni passaggio, intorno ad esso, vengono via via aggiunte *informazioni supplementari*, in modo tale che esso sia pronto ad affrontare il suo lungo viaggio attraverso terre potenzialmente ostili.

Il nome con cui ci si riferisce a suddetti dati, è:

- header (se essi sono aggiunti in testa)

oppure

- trailer (se aggiunti in coda).

Perchè tutto proceda per il verso giusto questi dati aggiuntivi sono molto utili. I loro compiti sono sostanzialmente i seguenti:

1. il messaggio deve essere recapitato al computer giusto
2. non deve contenere errori o alterazioni
3. deve seguire certi formati, definiti dai protocolli utilizzati

Quello che succede è che il messaggio viene rielaborato dal layer corrente in modo tale da essere "digerito" dal layer che segue, ed i dati extra non sono altro che il "condimento". Una volta aggiunti, il messaggio diventa di livello più basso.

Questa tecnica è chiamata *imbustamento multiplo*, il nome si spiega bene da solo.

Una volta giunto fino al computer B, il messaggio risale i sette layer seguendo la procedura inversa.

In questa seconda fase ogni layer esamina ed usa le informazioni aggiuntive. Se tutto procede senza intoppi, il messaggio viene spaccettato, cioè viene a poco a poco ripulito da questi dati addizionali, finchè non si sarà ripristinato il messaggio originale da visualizzare sul programma destinatario.

Non è detto che un'architettura di rete implementi in modo esplicito tutti questi sette layer, spesso è meglio riunirne qualcuno in un blocco unico.

Approfondimento: i 7 layer del modello OSI visti da vicino

- LAYER 1: FISICO (il più vicino all'hardware)

Il livello 1 si occupa della trasmissione dei dati in binario sulla rete. In questo livello viene specificata la rappresentazione elettrica degli 0 ed 1 binari in modo tale che il sistema ricevente possa leggere correttamente il flusso di bit in arrivo.

- LAYER 2: DATA LINK

Il livello 2 serve per gestire le trame (frame), spezzoni di messaggio di lunghezza fissa. Gestisce inoltre meccanismi per l'individuazione e la correzione degli errori avvenuti nel layer 1.

- LAYER 3: NETWORK

Il livello 3 gestisce l'instradamento dei pacchetti, esaminandone l'indirizzo di provenienza e di destinazione e gestendo le tabelle di instradamento necessarie per giungere velocemente a destinazione. E' anche usato per scegliere instradamenti alternativi nel caso di guasti o di mutate condizioni di traffico su certi segmenti. I router lavorano su questo layer.

- LAYER 4: TRASPORTO

Il livello 4 si occupa di fornire un trasferimento dati affidabile. In particolare partiziona i messaggi in pacchetti, ne controlla e preserva l'ordine con cui devono essere spediti, controlla la presenza di errori. E' il primo layer che lavora indipendentemente dalla topologia della rete in cui si trova, per questo viene chiamato *end-to-end*.

- LAYER 5: SESSIONE

Il livello 5 controlla il dialogo e la sincronizzazione tra due programmi applicativi, entità del layer presentazione, il 6. Tra i suoi servizi ci sono inoltre le comunicazioni in remoto, ed il trasferimento di posta e file.

- LAYER 6: PRESENTAZIONE

Il livello 6 serve per risolvere le differenze di formato dei dati. Questo può accadere se in rete ci sono sistemi che adottano codifiche diverse (ad esempio codifica ASCII o EBCDIC).

- LAYER 7: APPLICAZIONE (il più vicino al software)

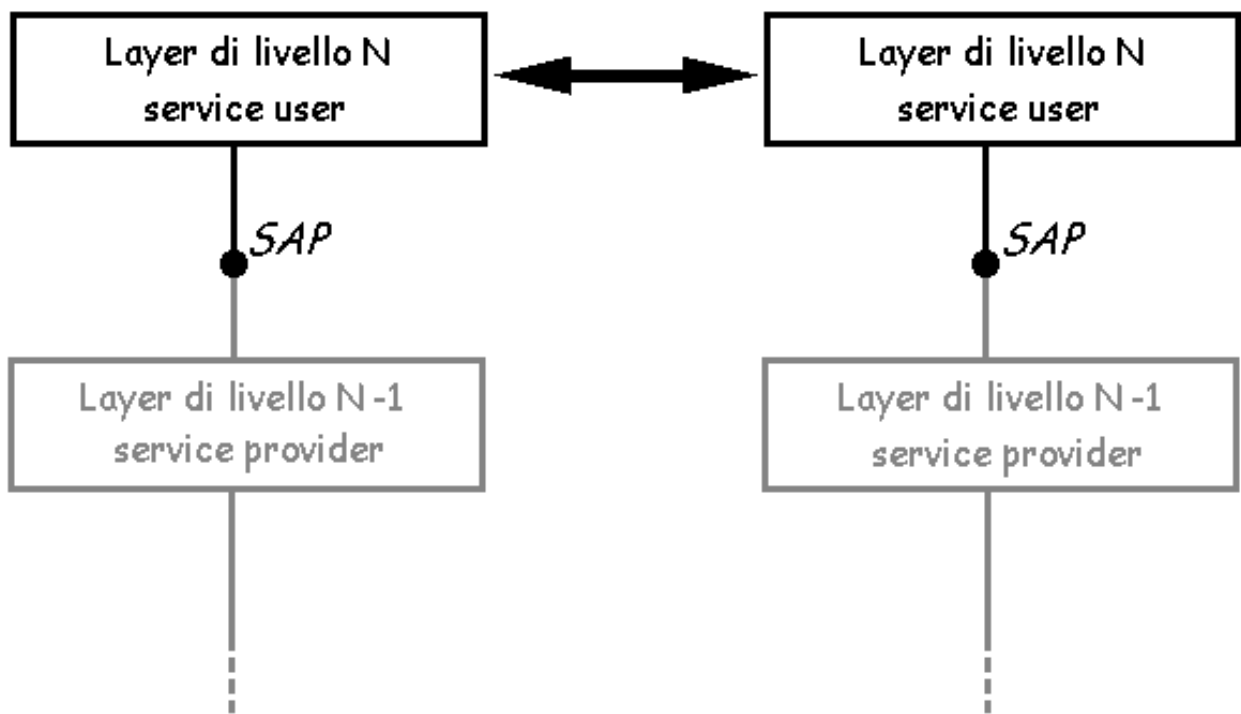
Il livello 7 è il layer che interagisce direttamente con i programmi applicativi sul sistema operativo. Si occupa tra l'altro del trasferimento di file, delle connessioni a computer remoti e della posta elettronica.

RELAZIONE TRA LIVELLI ADIACENTI

Come abbiamo visto, ognuno di questi sette layer comunica direttamente con il layer sottostante.

Tuttavia, guardiamo per un momento la struttura OSI da un altro punto di vista. E' abbastanza facile rendersi conto che in realtà, se prendiamo un layer di livello N su un computer A, esso vuole parlare non tanto con il suo layer sottostante di livello N-1, bensì con il layer dello stesso livello N, ma del computer B. E' come se tutto quello che sta sotto i due layer di livello N sia solo un servizio perchè essi comunichino.

Un layer di livello N viene chiamato *service user*, uno di livello N-1 è detto *service provider*. I servizi di N-1 sono forniti ad N in un punto detto SAP, *service access point*, che è semplicemente il luogo in cui N può chiedere i servizi di N-1.



Il ragionamento si può ripetere per ogni layer, escludendo il primo che trasmette direttamente i suoi dati sulla rete fisica.

Immaginiamo cosa avviene quando il direttore di un'azienda italiana vuol comunicare con un'azienda inglese, per farlo analizziamo questa immagine.

In pratica ad ogni livello c'è un compito ben preciso e soprattutto ogni livello non dipende dagli altri. Questo è il **modello ISO-OSI**, ed ogni livello viene identificato nel seguente modo.



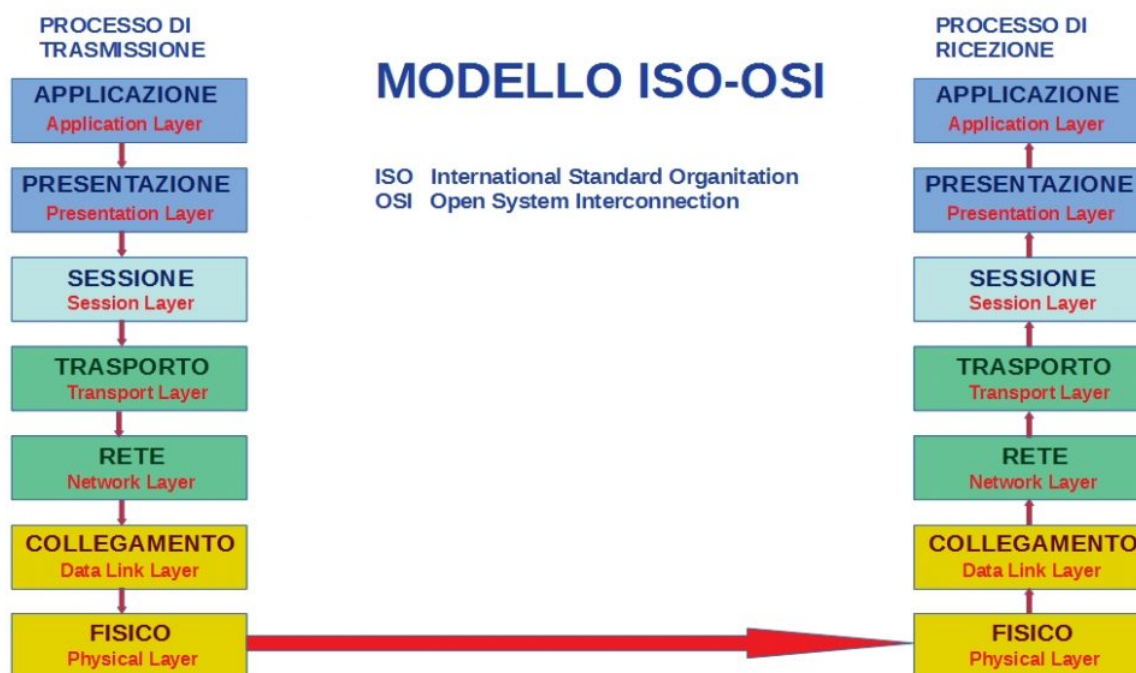
L'Open System Interconnection (OSI) è uno standard per reti promosso dall'International Organization for Standardization (ISO). Il modello ISO-OSI è strutturato in 7 livelli e definisce le funzioni di ogni livello, ma non specifica gli standard ed i protocolli utilizzati (con protocollo indichiamo un insieme di regole standard da rispettare).

Ogni livello invece utilizzerà degli standard che ne definiscono il funzionamento ed eseguirà il suo compito fornendo un servizio al livello successivo, inviandogli i dati fino a raggiungere il livello fisico della trasmissione.

Dobbiamo ricordare che tutto ciò che trasmettiamo, messaggi di testo, voce, foto o video, viene convertito in bit, cioè numeri. In pratica la necessità è quella di inviare e ricevere un insieme di bit che una volta arrivati a destinazione, verranno riconvertiti nel messaggio, nella foto, o in ciò che rappresentavano originariamente.

Nel primo esempio il direttore che scrive la lettera, ignora cosa avviene poi nei livelli successivi, lo stesso per gli altri attori dello schema. Il fattorino ad esempio, non conosce il contenuto della lettera ma si limita a portarla all'ufficio postale. In questo modo i livelli sono tra loro comunicanti, **ma il loro funzionamento è mascherato agli altri livelli.**

Ad esempio consideriamo il funzionamento della nostra email, il programma che utilizziamo per inviare e ricevere email (*ad esempio Outlook*) si limita a scrivere il contenuto ed a passarlo agli altri strati. Se la trasmissione avviene tramite fibra ottica, tramite cavo o tramite wifi, al programma di gestione della posta non importa e funziona sempre allo stesso modo.



Andiamo ora ad analizzare ogni livello, vedendo anche quali programmi o dispositivi sono coinvolti.

LIVELLO 1 – FISICO – Physcal Layer

In questo livello vengono definite le caratteristiche elettriche e meccaniche del mezzo trasmissivo, come ad esempio la tipologia dei connettori, il livello dei segnali elettrici, la durata dei singoli bit, la modulazione e la codifica utilizzata, il tipo di trasmissione half-duplex (*uno alla volta*) o full-duplex (*trasmissione contemporanea*).

Insomma il livello si occupa di tutto ciò che interessa la trasmissione del pacchetto di bit che gli viene fornito ed inviato al mezzo fisico di comunicazione, elettrico, ottico o tramite onde radio. Vengono definiti dei protocolli (*cioè delle regole*) per fare in modo che ogni dispositivo riesca ad effettuare il

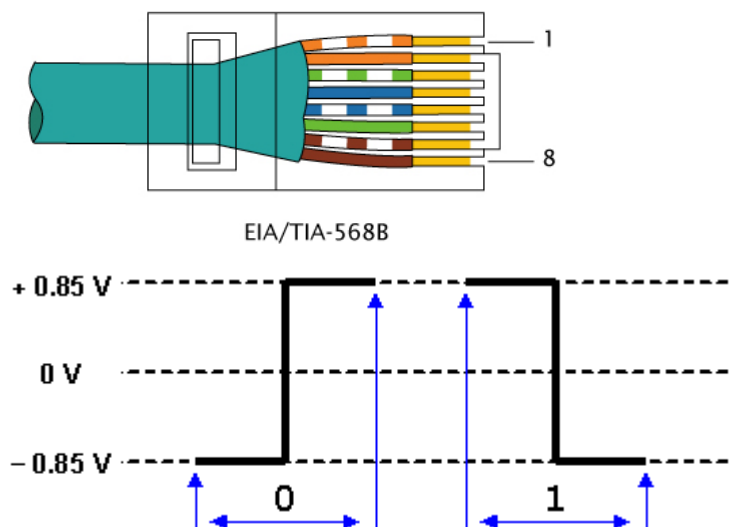
collegamento e l'invio di dati tramite il canale fisico scelto. Ovviamente tutti i dispositivi che sono connessi fisicamente alla rete (*switch, schede di rete, router ecc...*) dovranno rispettare gli standard previsti dai protocolli, come ad esempio la forma e la piedinatura del connettore, la tensione e la forma del segnale elettrico, ecc...

LIVELLO 2 – DI COLLEGAMENTO DATI – Data Link Layer

L'obiettivo di questo livello, è quello di ottenere un trasferimento affidabile ed esente da errori, in modo da fornire al livello superiore un mezzo fisico sicuro.

In questo livello i dati ricevuti dal livello superiore, vengono frammentati (*attività di framing*) e suddivisi in pacchetti a cui viene aggiunto un **header (intestazione)** ed una **tail (coda)**. Alla ricezione di ogni pacchetto viene inviato un segnale di **acknowledge (avvenuta ricezione)** per far capire al mittente se i pacchetti sono arrivati, in modo che possano essere ritrasmessi eventuali pacchetti persi. Tramite delle tecniche di controllo errori, che sfruttano l'intestazione e la coda aggiunte, in questo livello viene controllata la correttezza del contenuto di ogni pacchetto inviato e ricevuto.

Il pacchetto dati completo dell'intestazione e della coda, viene definito trama o **frame**. Questo è il **più basso livello di tipo software**, ed i suoi protocolli sono contenuti nei driver software dei dispositivi (*vedi la scheda di rete*) o nei software interni ai vari apparati intermedi (*Switch, Router*).



Il canale di comunicazione non è sempre utilizzato solo da un trasmettitore ed un ricevitore, ma può essere un canale condiviso da più dispositivi. Per questo motivo questo livello si deve occupare anche delle regole di accesso al mezzo trasmissivo. Per questo motivo il livello potrebbe essere suddiviso in due sottolivelli, il sottolivello **LLC (Logical Link Control)** che si occupa di creare il frame, ed il sottolivello **MAC (Medium Access Control)** che si occupa invece di far condividere lo stesso canale trasmissivo a più dispositivi, definendo con delle regole, l'accesso al canale per ogni apparato collegato alla rete.

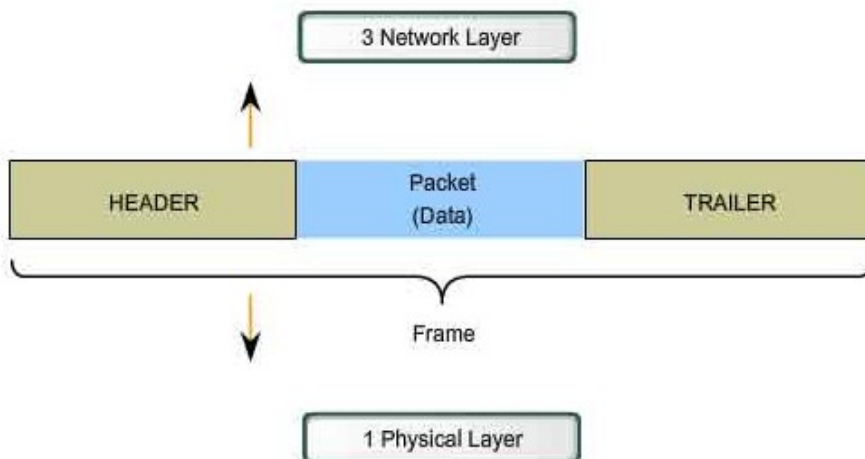
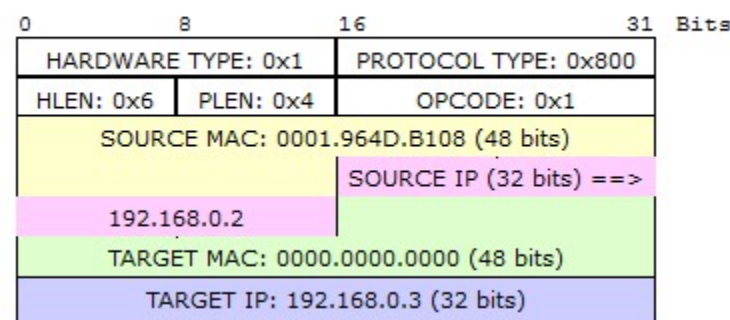
Appartiene a questo livello il protocollo **ARP (Address Resolution Protocol)** che si occupa di fornire la mappatura tra **indirizzo MAC** di un dispositivo e l'**indirizzo IP** assegnato al

dispositivo nella rete (*il MAC address è un indirizzo numerico univoco per ogni dispositivo o componente di rete, assegnato dal costruttore*). Questa mappatura viene salvata in un'apposita cache

(memoria) chiamata **ARPcache** per evitare di utilizzare il protocollo prima dell'invio di ogni messaggio.

Il funzionamento di questo protocollo è semplice, quando un dispositivo della rete vuol comunicare con un'altro dispositivo di cui conosce **l'indirizzo di rete IP**, invia in **broadcast** (*per broadcast si intende una richiesta inviata a tutti i dispositivi della rete*) la richiesta ARP contenente l'indirizzo IP del dispositivo richiesto. Tutti i dispositivi ricevono la richiesta e solo quello a cui è assegnato l'IP richiesto, risponderà con il proprio indirizzo MAC. I pacchetti dati del protocollo ARP vengono incapsulati all'interno del frame utilizzato da questo livello.

ARP



LIVELLO 3 – DI RETE – Network Layer

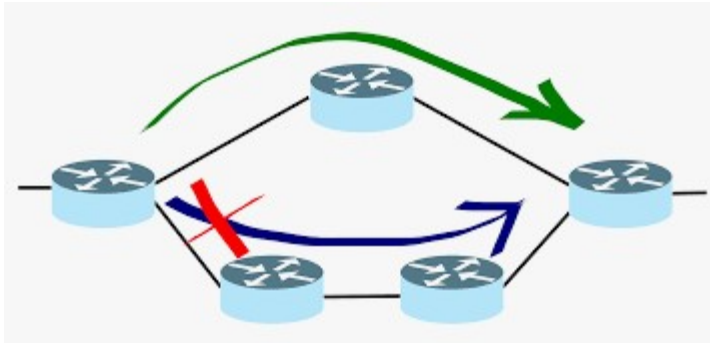
I dati che vengono inviati su una rete hanno un mittente ed un destinatario, ad esempio se voglio navigare su un sito internet, la comunicazione avviene tra il mio computer ed il computer (Server) dove risiede fisicamente il sito internet. Ma in una rete che sia essa locale o geograficamente più ampia come internet, ogni dispositivo deve essere identificato con un indirizzo.

Questo livello prende in carico lo smistamento dei pacchetti a seconda del loro indirizzo, dovrà perciò effettuare il cosiddetto **routing**, cioè la definizione del percorso ottimale per raggiungere il destinatario. Per fare questo esistono dei metodi statici (*definizione fissa di un percorso*) o dinamici (*definizione variabile del percorso a seconda anche della congestione della rete*). Uno dei dispositivi interessati a questo livello, è il router che ha proprio il compito di scegliere il percorso ottimale per il pacchetto dati.

In caso di collegamento tra due reti che utilizzano indirizzi differenti, questo livello dovrà occuparsi anche di convertire gli indirizzi in modo da consentire il passaggio dati tra reti diverse. Questo livello

dovrà anche occuparsi di una ulteriore frammentazione dei dati, se le reti hanno un diverso **MTU (Maximun Trasmission Unit)** cioè dimensione massima del pacchetto dati). La sua unità dati fondamentale è il **pacchetto**.

A questo livello appartiene il protocollo **IP (Internet Protocol)** che assegna ad ogni dispositivo di rete un indirizzo, ed il protocollo **DHCP** che assegna automaticamente l'indirizzo al dispositivo in una rete locale.



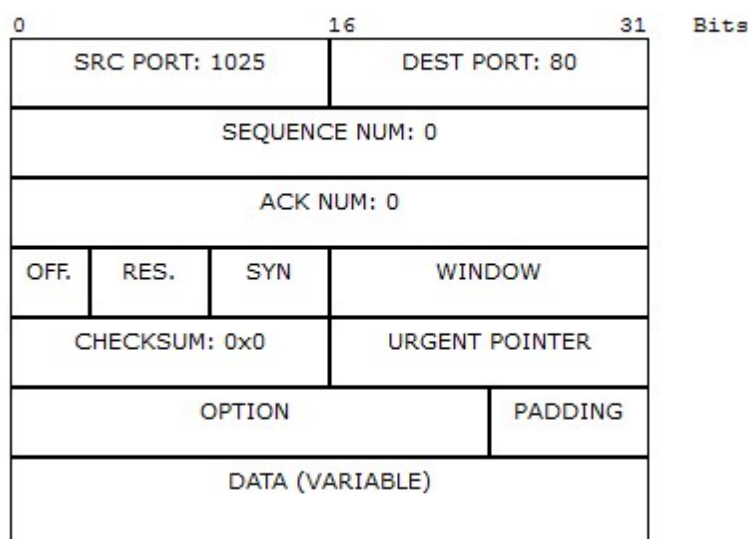
LIVELLO 4 – DI TRASPORTO – Transport Layer

Compito di questo livello, è garantire che i pacchetti arrivino nell'ordine corretto senza alcun errore o perdita di dati. Questo serve a rendere la comunicazione tramite la rete affidabile. Il livello si occupa inoltre di controllare la durata della trasmissione per evitare di congestionare la rete ed i router.

A differenza dei livelli precedenti, che si occupano di connessioni tra nodi contigui di una rete, il Trasporto (*a livello logico*) si occupa solo del punto di partenza e di quello finale. Si occupa anche di effettuare la frammentazione dei dati provenienti dal livello superiore in pacchetti, detti “segmenti” e trasmetterli in modo efficiente ed affidabile, usando il livello rete ed isolando da questo i livelli superiori. La sua unità dati fondamentale è il messaggio.

A questo livello appartiene il protocollo **TCP (Trasmission Control Protocol)** e l'**UDP (User Datagram Protocol)**.

TCP



LIVELLO 5 – DI SESSIONE- Session Layer

Anche questo livello come i precedenti a partire dal livello 2, è di tipo software. Questo livello si occupa essenzialmente di stabilire e chiudere una comunicazione tra due host (*per host intendiamo un terminale connesso alla rete come un PC, uno smartphone ecc....*). Esso consente anche la riapertura di una comunicazione perduta partendo dal punto di interruzione. Appartengono a questo livello i protocolli **NetBIOS (Network Basic Input Output System)** o il protocollo **Remote Procedure Call**.

Il livello si occuperà di attivare una comunicazione tra due dispositivi e mantenerla attiva per tutta la durata del trasferimento dati terminandola alla fine di esso. L'intero processo di trasmissione è chiamato **sessione**. La sessione comprende 3 fasi; avvio e apertura, lavoro in sessione, chiusura della sessione. Una sessione ad esempio si instaura quando un **client (un terminale connesso alla rete)** si connette ad un **server (computer che offre un servizio)**.

A differenza del precedente livello di trasporto che si occupa di controllare il corretto invio dei dati, il livello di sessione fa in modo che il significato del messaggio non venga deformato. Un esempio potrebbe essere una conversazione al telefono, il livello di trasporto si occupa di mantenere una linea funzionante senza disturbi elettrici in modo che si possa tenere una conversazione comprensibile, ma se i due interlocutori parlassero insieme non si capirebbe nulla, il livello di sessione è quello che si occupa di sincronizzare la conversazione oltre che fare in modo che dopo una eventuale caduta della linea, venga ritrasmesso correttamente il messaggio in maniera comprensibile considerando quanto trasmesso prima dell'interruzione.



LIVELLO 6 – DI PRESENTAZIONE- Presentation Layer

Questo livello si occupa di trasformare i dati forniti dal livello superiore (*quello di applicazione*) in una modalità standardizzata. Il livello si occupa anche della compressione e della cifratura dei dati. Appartengono a questo livello i protocolli che si occupano di autenticazione e cifratura come ad esempio il **TLS (Transport Layer Security)** e il suo predecessore **SSL (Secure Sockets Layer)**.

Nel caso dell'invio di una mail ad esempio, viene aggiunto al pacchetto dati un **presentation header** che contiene informazioni su come l'email è stata codificata, in quale formato sono gli

allegati e come i dati sono stati compressi o cifrati. In questo modo l'email verrà compresa anche dal dispositivo ricevente.

LIVELLO DI PRESENTAZIONE

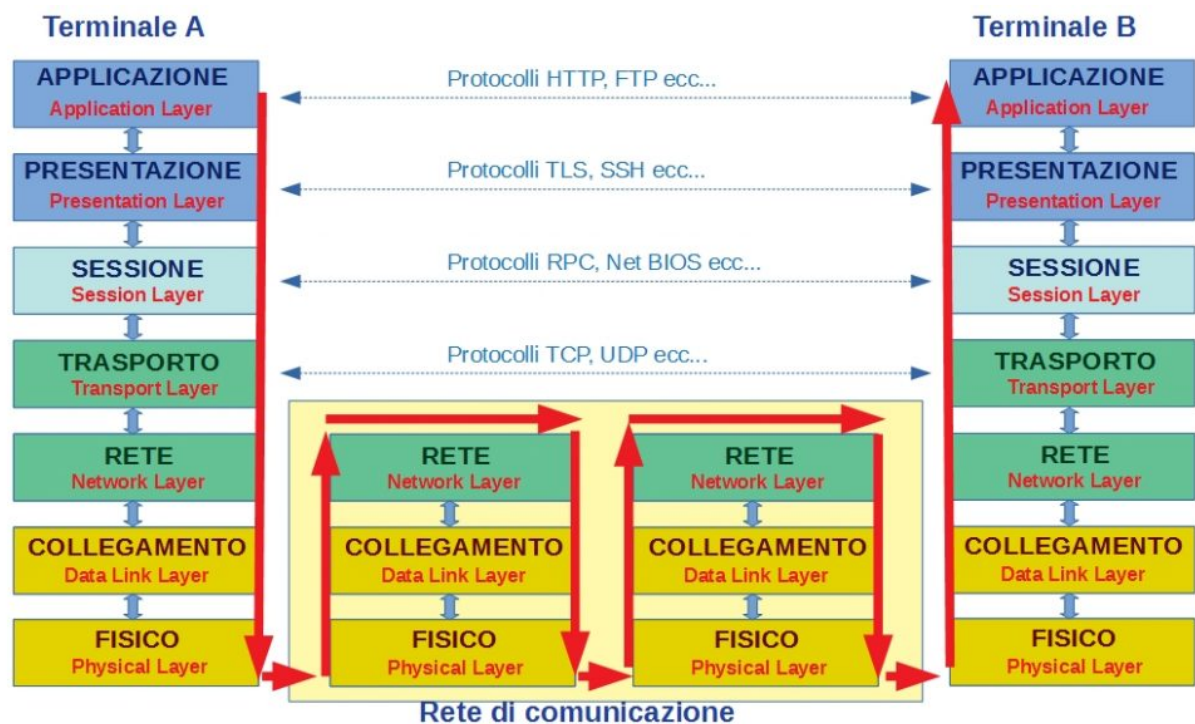


LIVELLO 7 – DI APPLICAZIONE- Application Layer

L'obiettivo principale di questo livello, è quello di fornire un'interfaccia di rete verso le comuni applicazioni software. Il livello si occupa di fare in modo che due applicazioni remote possano stabilire una comunicazione. Il protocollo più conosciuto appartenente a questo livello è l'**HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)** cioè il protocollo di trasferimento di un ipertesto, utilizzato quando navighiamo in internet tramite un browser. Questo protocollo mette infatti in comunicazione il nostro **browser Chrome o Firefox**, con il Server che ospita il sito internet che visitiamo. Un altro protocollo che interessa questo livello è l'**FTP (File Transfer Protocol)** che permette di trasferire dei file tramite anche autenticazione con nome utente e password. Anche lo scambio di email con i protocolli **POP3** o **SMTP** interessano questo livello. E' il livello più alto del modello ISO-OSI e per questo non fornisce servizi ad altri livelli, ma di fatto consente all'utente di interfacciarsi alla macchina.

MODELLO ISO-OSI IN UNA RETE

In figura possiamo vedere due terminali che comunicano tra loro tramite il modello ISO-OSI. Come si può vedere dall'immagine, la rete con tutti i suoi dispositivi (*Router, Switch, cavi, ecc...*) è interessata dai primi 3 livelli. tutti i livelli dialogano con i loro pari utilizzando i protocolli (*freccie azzurre*). I dati invece transitano da livello a livello, ed il pacchetto dati all'uscita di ogni livello sarà diverso da quello in entrata.

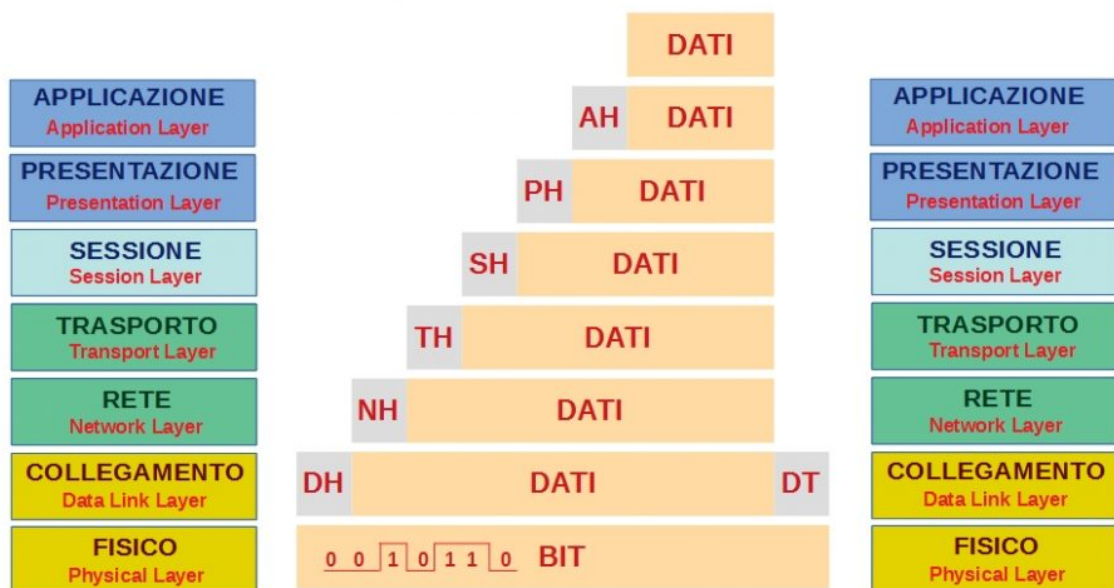


IMBUSTAMENTO DEI DATI

Come abbiamo detto ogni livello aggiunge delle informazioni al pacchetto dati in entrata, fino ad arrivare al livello fisico dove i singoli bit transiteranno sulla linea fisica.

Come si può vedere nell'immagine, ogni livello aggiunge al pacchetto dati in ingresso, un'intestazione contenente altre informazioni secondo i protocolli utilizzati. Al termine della catena, troveremo un insieme di bit che transiteranno sul canale fisico di comunicazione.

IMBUSTAMENTO MULTIPLO



ARCHITETTURA DI INTERNET

Il modello ISO-OSI è stato ideato per permettere la comunicazione a pacchetto nelle reti di computer, esso non è un protocollo rigido, ma è un punto di riferimento per le architetture di rete a pacchetto, che potranno distanziarsi più o meno dal modello di partenza. Internet si basa invece sul protocollo TCP/IP che si differenzia dal modello ISO-OSI per il numero di livelli, in questo caso solo 4:

- Livello di applicazione
- Livello di trasporto
- Livello di rete
- Livello di accesso alla rete

I livelli sessione e presentazione sono assenti perché implementati (*eventualmente*) altrove, cioè nell'applicazione stand-alone esterna.

