Livello 4: Trasporto

Il livello Trasporto si occupa di come avviene lo scambio dei dati tra mittente e destinatario, gestisce quindi l'invio e la ricezione dei dati.

Esso stabilisce la modalità di comunicazione;
esistono due modalità differenti:

Servizio orientato alla connessione (connection oriented)

Servizio non orientato alla connessione (connectionless)

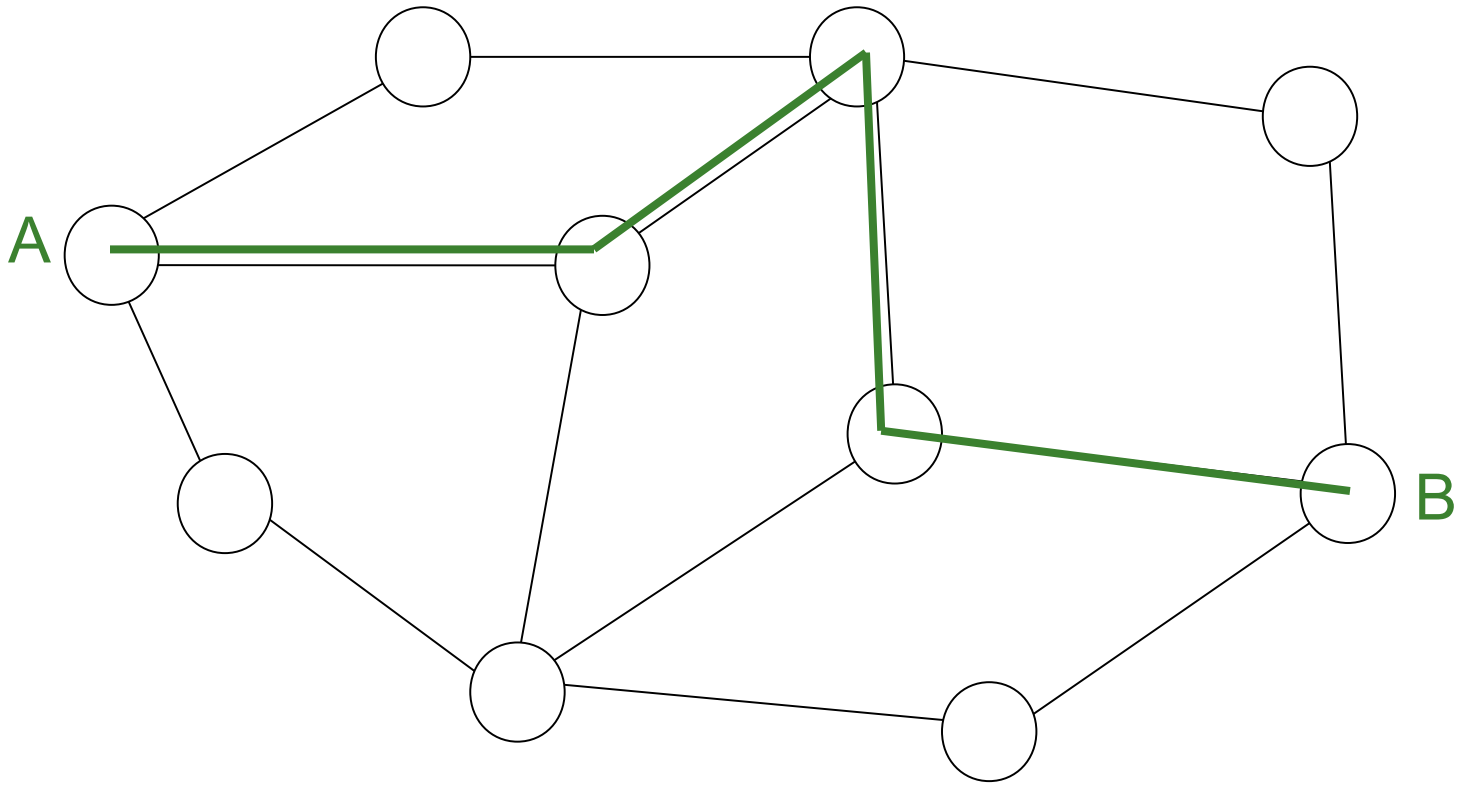
Livello 4: Trasporto

Servizio orientato alla connessione (connection oriented)

Funziona come le telefonate.
Prima di trasferire dati occorre stabilire una connessione fisica diretta, e dedicata (riservata) tra gli attori della comunicazione.
Tutti i dati seguono il medesimo percorso e quindi arrivano nell'ordine in cui sono stati spediti.
Al termine del trasferimento dei dati la connessione decade.

Livello 4: Trasporto

Servizio orientato alla connessione (connection oriented)



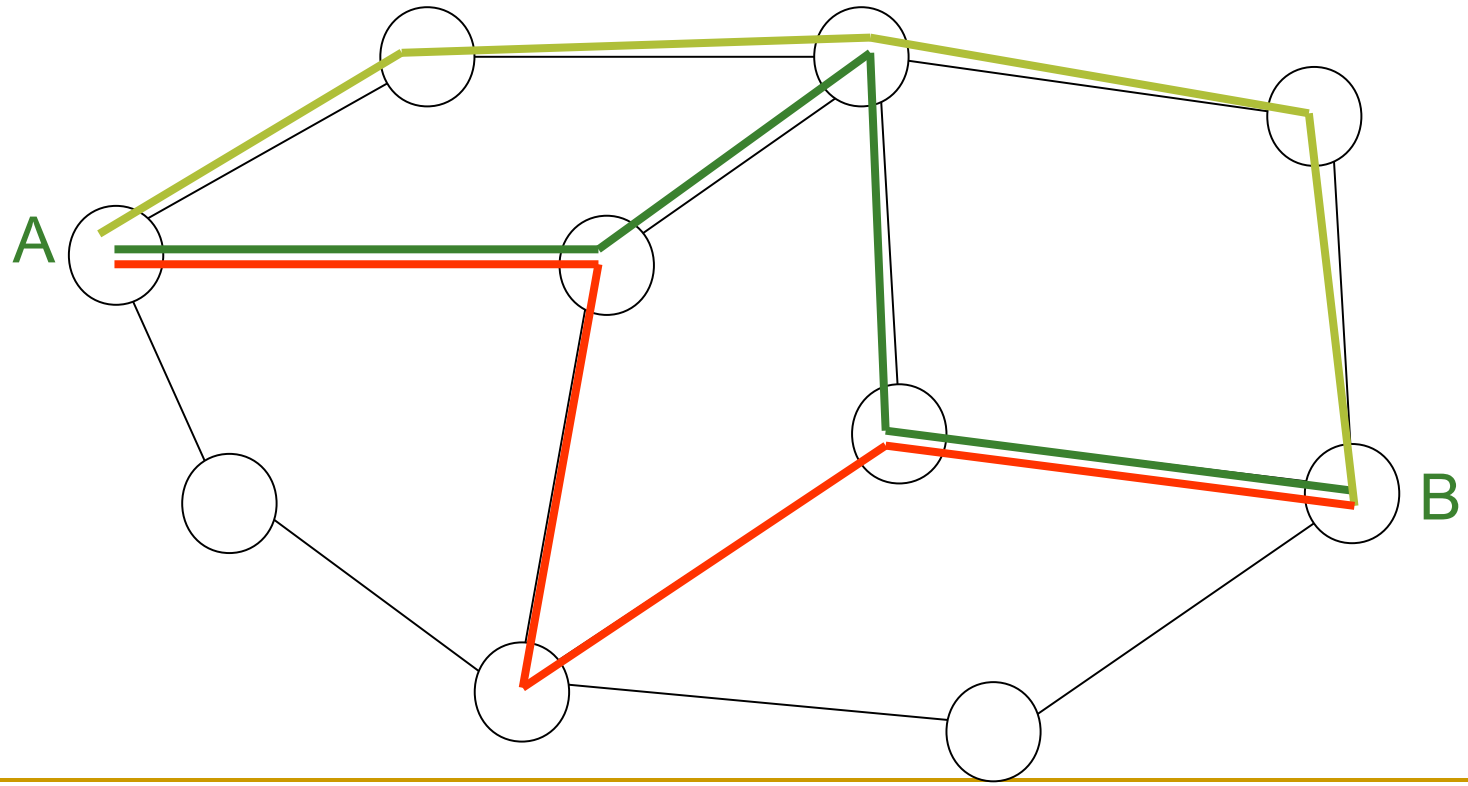
Livello 4: Trasporto

Servizio non orientato alla connessione (connectionless)

Funziona come il servizio Postale.
Si immette il dato da inviare nel sistema postale e si presume che quest'ultimo sia in grado di recapitarlo al destinatario.
Differenti dati seguiranno differenti percorsi e non è detto che giungano nello stesso ordine in cui sono stati spediti.

Livello 4: Trasporto

Servizio non orientato alla connessione (connectionless)



Livello 4: Trasporto

Servizio orientato alla connessione (connection oriented)

Affidabile.
La consegna è garantita.
Molte informazioni di controllo.

TCP

Servizio non orientato alla connessione (connectionless)

Non Affidabile.
La consegna non è garantita.
Poche informazioni di controllo.

UDP

Livello 4: Trasporto

TCP

Transmission Control Protocol

TCP è un protocollo orientato alla connessione, ovvero prima di poter trasmettere dati deve stabilire la comunicazione, negoziando una connessione tra mittente e destinatario, che rimane attiva anche in assenza di scambio di dati e viene esplicitamente chiusa quando non più necessaria. Esso quindi possiede le funzionalità per creare, mantenere e chiudere/abbattere una connessione.

Il servizio offerto da TCP è il trasporto di un flusso di byte bidirezionale tra due applicazioni in esecuzione su host differenti. Il protocollo permette alle due applicazioni di trasmettere contemporaneamente nelle due direzioni, quindi il servizio può essere considerato "Full-Duplex" anche se non tutti i protocolli applicativi basati su TCP utilizzano questa possibilità.

Livello 4: Trasporto

TCP

Transmission Control Protocol

Il flusso di byte viene frazionato in blocchi per la trasmissione dall'applicazione a TCP (che normalmente è implementato all'interno del sistema operativo), per la trasmissione all'interno di segmenti TCP, per la consegna all'applicazione che lo riceve, ma questa divisione in blocchi non è necessariamente la stessa nei diversi passaggi.

TCP garantisce che i dati trasmessi, se giungono a destinazione, lo facciano in ordine e una volta sola ("at most once"). Più formalmente, il protocollo fornisce ai livelli superiori un servizio equivalente ad una connessione fisica diretta che trasporta un flusso di byte. Questo è realizzato attraverso vari meccanismi di acknowledgment e di ritrasmissione su timeout.

TCP offre funzionalità di controllo di errore sui pacchetti pervenuti grazie al campo checksum contenuto nella sua PDU.

Livello 4: Trasporto

TCP

Transmission Control Protocol

TCP possiede funzionalità di controllo di flusso tra terminali in comunicazione e controllo della congestione sulla connessione, attraverso il meccanismo della finestra scorrevole. Questo permette di ottimizzare l'utilizzo della rete anche in caso di congestione, e di condividere equamente la capacità disponibile tra diverse sessioni TCP attive su un collegamento.

TCP fornisce un servizio di multiplazione delle connessioni su un host, attraverso il meccanismo delle porte.

Livello 4: Trasporto

TCP

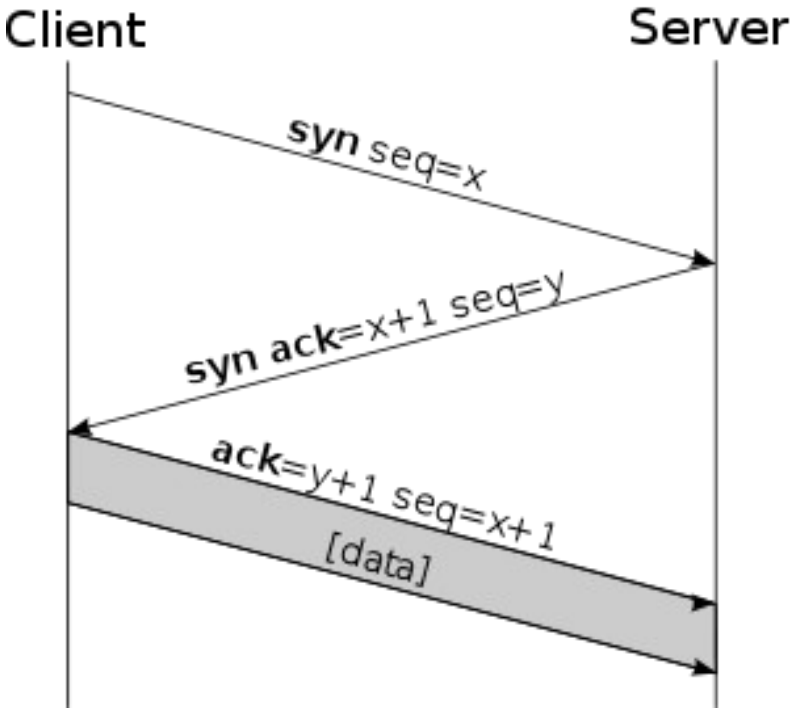
Intestazione TCP

TCP Header											
Bit offset	**Bits 0–3**	**4–7**	**8–15**								**16–31**
0	Source port										Destination port
32	Sequence number										
64	Acknowledgment number										
96	Data offset	Reserved	CWR	ECE	URG	ACK	PSH	RST	SYN	FIN	Window Size
128	Checksum										Urgent pointer
160	Options (optional)										
160/192+	Data										

Livello 4: Trasporto

TCP

Apertura di una connessione - *Three-way handshake*



A invia un segmento SYN a B
SYN = 1
Sequence number = x;

B invia un segmento SYN/ACK ad A
SYN = 1 - *ACK* = 1
Sequence number = y
Acknowledgment number = x+1

A invia un segmento ACK a B
ACK = 1
Acknowledgment number = *y+1*
Sequence number = x+1;

Livello 4: Trasporto

TCP

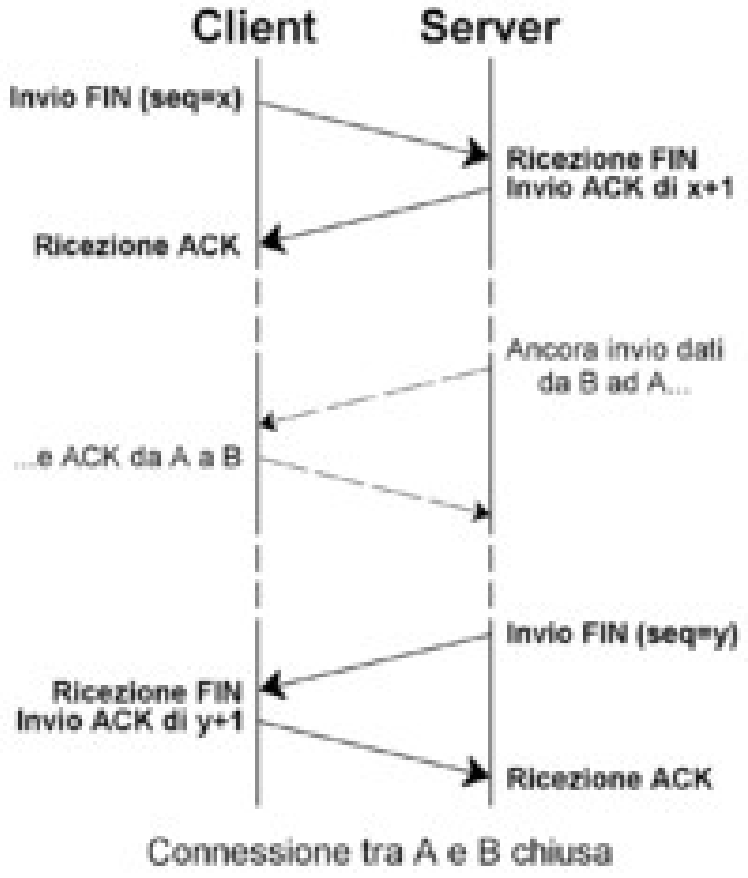
Intestazione TCP

TCP Header											
Bit offset	**Bits 0–3**	**4–7**	**8–15**								**16–31**
0	Source port										Destination port
32	**Sequence number**										
64	**Acknowledgment number**										
96	Data offset	Reserved	CWR	ECE	URG	**ACK**	PSH	RST	**SYN**	**FIN**	Window Size
128	Checksum										Urgent pointer
160	Options (optional)										
160/192+	Data										

Livello 4: Trasporto

TCP

Chiusura di una connessione - *Four-way handshake*



A invia un segmento FIN a B
FIN = 1
Sequence number = x;

B invia un segmento FIN/ACK ad A
FIN = 1 - *ACK* = 1
Acknowledgment number = x+1

B invia un segmento FIN a A
FIN = 1
Sequence number = y;

A invia un segmento FIN/ACK ad B
FIN = 1 - *ACK* = 1
Acknowledgment number = y+1

Livello 4: Trasporto

TCP

Intestazione TCP

TCP Header											
Bit offset	**Bits 0–3**	**4–7**	**8–15**								**16–31**
0	Source port										Destination port
32	Sequence number										
64	Acknowledgment number										
96	Data offset	Reserved	CWR	ECE	URG	ACK	PSH	RST	SYN	FIN	**Window Size**
128	Checksum										Urgent pointer
160	Options (optional)										
160/192+	Data										

Livello 4: Trasporto

UDP

User Datagram Protocol

UDP è un protocollo di tipo connectionless

Non gestisce il riordinamento dei pacchetti né la ritrasmissione di quelli persi, ed è perciò generalmente considerato di minore affidabilità.

È molto rapido (non c'è latenza per riordino e ritrasmissione) ed efficiente per le applicazioni "leggere" o time-sensitive.
Ad esempio, è usato spesso per la trasmissione di informazioni audio-video *real-time*.

Livello 4: Trasporto

UDP

Intestazione UDP

+	Bit 0-15	16-31
0	Source Port (optional)	Destination Port
32	Length	Checksum (optional)
64+	Data	

Livello 4: Trasporto

TCP – UDP: confronto

TCP è un protocollo orientato alla connessione, pertanto per stabilire, mantenere e chiudere una connessione, è necessario inviare pacchetti di servizio i quali aumentano l'overhead di comunicazione.
UDP è senza connessione ed invia solo i datagrammi richiesti dal livello applicativo.

TCP, tramite i meccanismi di acknowledgement e di ritrasmissione su timeout riesce a garantire la consegna dei dati, anche se al costo di un maggiore overhead (raffrontabile visivamente confrontando la dimensione delle intestazioni dei due protocolli).
UDP non offre nessuna garanzia sull'affidabilità della comunicazione ovvero sull'effettivo arrivo dei datagrammi, sul loro ordine in sequenza in arrivo.

Oggetto della comunicazione:
TCP => *flusso di byte*
UDP => *singolo datagramma*.