

Introduzione alle reti

Parte III

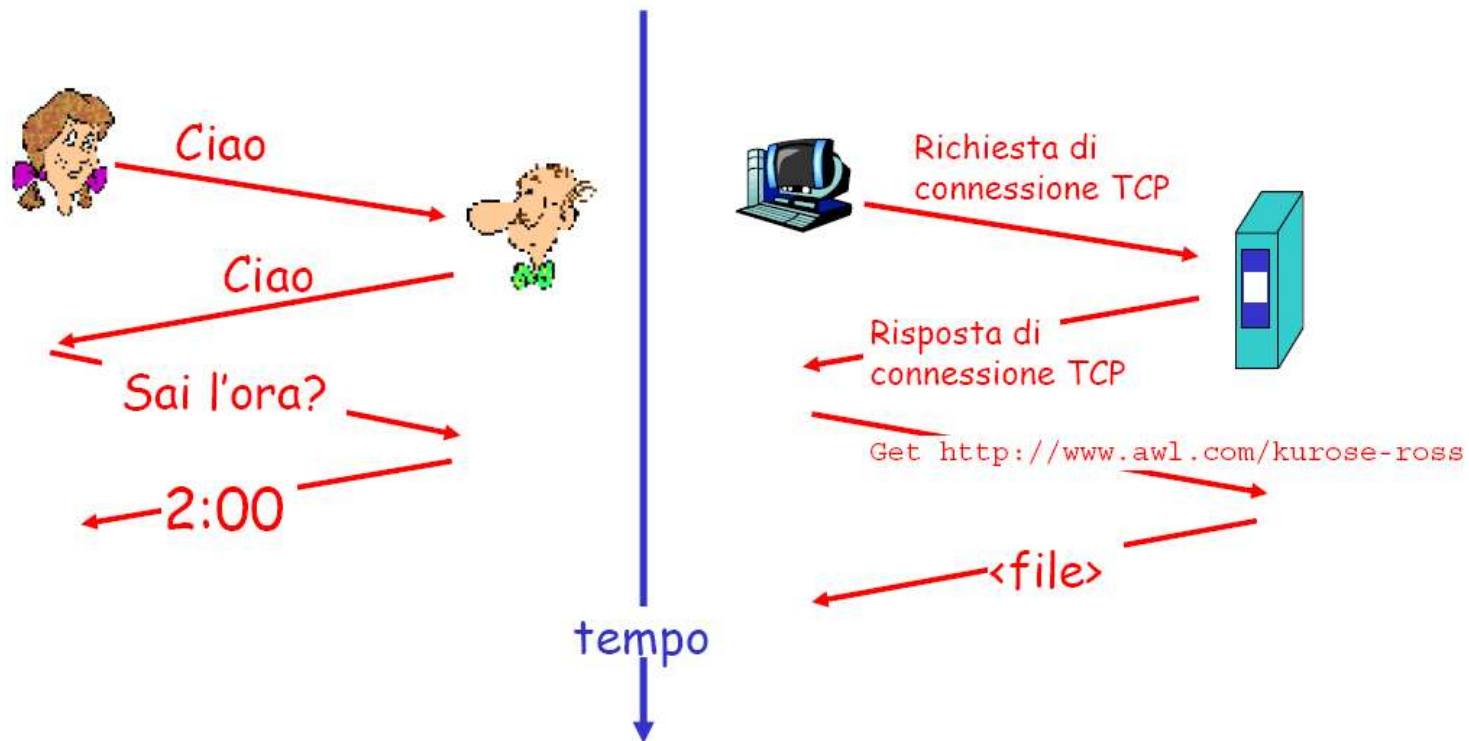
Modelli stratificati

Modelli stratificati

- Presentazione del modello stratificato
 - principi base
 - vantaggi(/svantaggi)
 - Definizione degli strati
 - struttura, entità, azioni
 - interfacce, protocolli
 - componenti e funzionalità

Cos'è un protocollo?

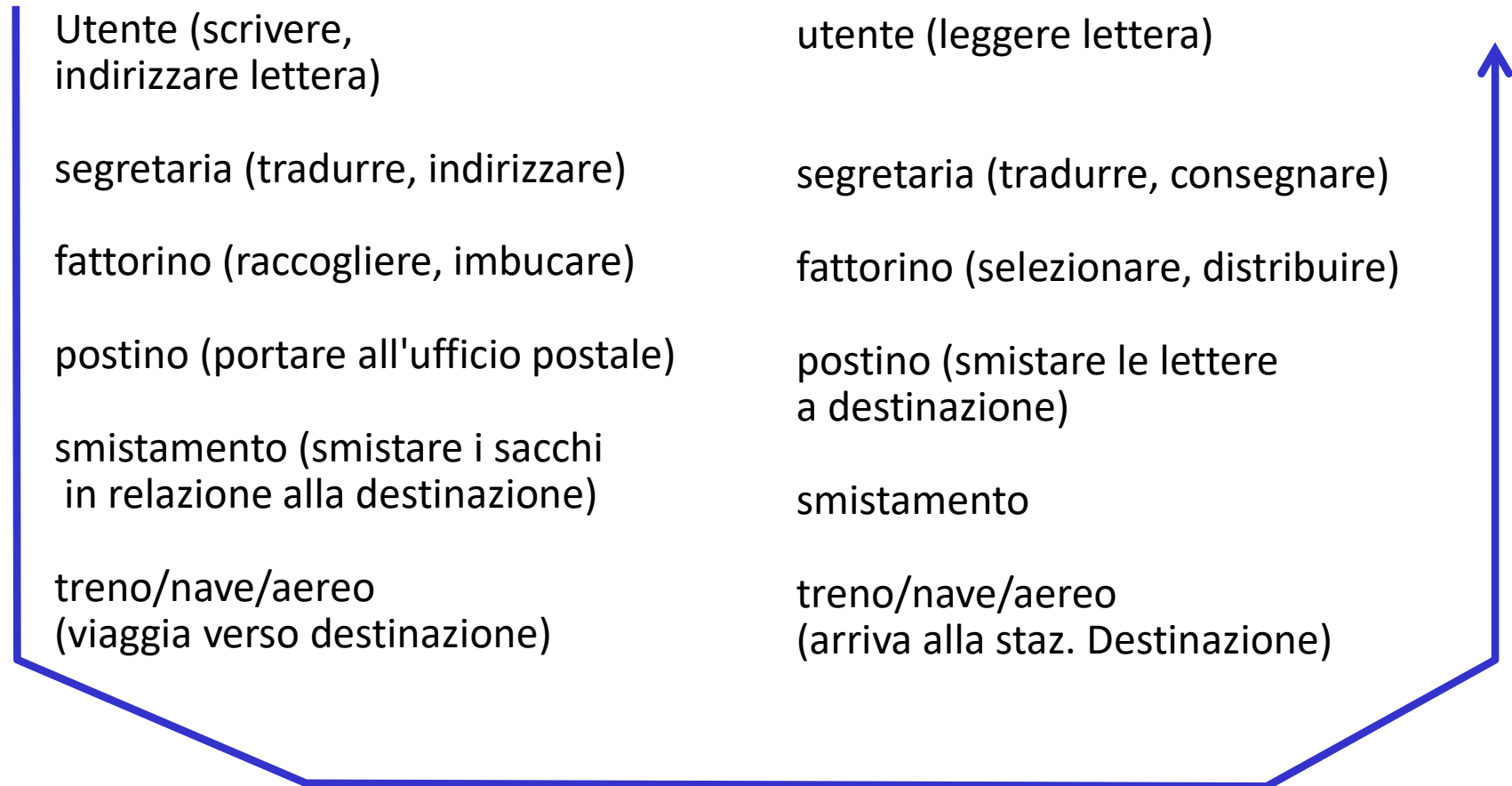
- Protocollo: insieme di regole che permettono a due entità di comunicare



- Perché nei sistemi di comunicazione non è sufficiente un solo protocollo, ma si ha una organizzazione dei protocolli in livelli?



Organizzazione del Sistema postale



- Una serie di passi
- Ad ogni passo viene eseguito un particolare compito su un messaggio, che viene integrato e trasferito ad un altro agente, seguendo specifiche regole di esecuzione
- Per ogni strato, contenitore del messaggio e indirizzo
- Percorso inverso al destinatario

Perché stratificare?

Scomposizione dei sistemi complessi:

- la struttura esplicita permette l'identificazione delle relazioni tra gli elementi di un sistema complesso
 - modello di riferimento stratificato
 - suddivisione di funzioni e attori
- la modularizzazione facilita la manutenzione e l'aggiornamento del sistema
 - Un modulo (o più precisamente livello/strato) svolge un insieme limitato di compiti e nel sistema appare come una black box (input/output)
 - Ciascun livello offre servizi allo strato superiore 1) implementando azioni all'interno del livello stesso e 2) utilizzando servizi del livello inferiore
- Separazione tra servizi offerti (interfaccia) e implementazione: il cambiamento dell'implementazione di un servizio in un livello è sostanzialmente trasparente per il resto del sistema
 - es.: il cambiamento del modulo per l'accettazione delle raccomandate non influisce sul lavoro dell'ufficio smistamento

Come stratificare?

Principi base

- **Separation of Concern**

Separazione degli interessi e delle responsabilità, fare ciò che compete, delegando ad altri tutto ciò che è delegabile

- **Information Hiding**

Nascondere tutte le informazioni che non sono indispensabili per il committente per definire compiutamente l'operazione

Organizzazione del servizio postale: altra visione

Utente	Utente
Segretaria	Segretaria
Fattorino	Fattorino
Postino	Postino
Smistamento	Smistamento
Stazione	Stazione
Viaggio	

- ogni strato implementa un servizio
 - attraverso le sue azioni interne allo strato
 - confida sui servizi forniti dagli strati sottostanti
 - ha uno strato corrispondente e reciproco (entità omologhe svolgono compiti reciproci operando sugli stessi oggetti)
 - Percorso del messaggio inverso lato destinazione

Organizzazione del servizio postale: estensione



Una o più stazioni intermedie

- accettano lettere da più mittenti
- le inoltrano verso le destinazioni finali
- N.B. non vengono reimplementate tutte le funzionalità (ulteriore vantaggio del modello stratificato)

In sintesi

- **Modello stratificato**
 - costituito da sistemi di consumatori/produttori
 - sistemi organizzati in strati funzionali (livelli)
 - ogni strato fornisce servizi allo strato superiore e usa i servizi di quello inferiore
 - ogni strato scambia informazioni direttamente solo con gli strati adiacenti
 - in ogni comunicazione i due strati omologhi svolgono funzioni reciproche
 - esistono sistemi (intermedi) che implementano solo alcune funzioni
- **Requisiti**
 - efficiente: minimizzare lo sforzo globale di consegnare le lettere (non la singola!)
 - efficace: consegnare la maggior quota possibile di lettere

In sintesi

Vantaggi del modello stratificato

- scompone il problema in sottoproblemi più semplici da trattare -> il singolo strato è più semplice del sistema nel suo complesso
 - Semplificazione della progettazione, implementazione e manutenzione del software
- rende i vari livelli indipendenti
 - Posso modificare l'implementazione di uno strato senza dover cambiare gli altri strati (adiacenti e non), a patto che l'interfaccia non cambi
 - I servizi forniti dagli strati inferiori possono essere usati da più entità negli strati adiacenti superiori
- definendo solamente servizi e interfacce, i livelli diversi possono essere sviluppati da soggetti diversi

Come definire gli strati?

- Ogni livello logico di astrazione è realizzato in un apposito strato
 - Un livello viene creato quando si rende necessario un diverso grado di astrazione
- Ogni strato svolge una sola e ben definita funzione
- Il flusso dati attraverso le interfacce di ogni strato deve essere minimizzato
- Il numero degli strati deve essere minimizzato, compatibilmente con la loro complessità
 - Numero sufficientemente alto per garantire che nessun livello sia troppo complesso e contenga troppe funzioni, ma anche sufficientemente basso per non rendere troppo onerosa l'integrazione e l'architettura poco flessibile

OSI RM

(Open Systems Interconnection)

Il modello di riferimento che regola le
comunicazioni di rete

Sistemi Chiusi

- Le prime reti di calcolatori nascono come sistemi chiusi
 - tutti i componenti della rete devono essere dello stesso costruttore
 - rete specializzata per specifici servizi (es. TELCO).
- Problema di interoperabilità
 - gli apparati non riescono ad interpretare i segnali degli altri in altre reti (parlano linguaggi diversi)
 - i programmi applicativi non riescono ad operare in ambiente distribuito.
- Alla fine degli anni '60: ARPANET, SNA (IBM), DNA (Digital)
 - Architetture di rete a strati con strati diversi -> non interoperabili

Sistemi Aperti

- Obiettivo:
 - Realizzare una rete di calcolatori in cui qualsiasi terminale comunica con un qualsiasi fornitore di servizi mediante qualsiasi rete.
- Per realizzare **un sistema aperto** è necessario stabilire delle regole comuni:
 - Sono necessari degli **standard**

Sistemi Aperti

- Un set di protocolli è **aperto** se
 - i dettagli del protocollo sono disponibili pubblicamente
 - i cambiamenti sono gestiti da un'organizzazione la cui partecipazione è aperta al pubblico
- Un sistema che implementa protocolli aperti è **un sistema aperto** (open system)
- L'International Organization for Standards (ISO) ha specificato uno standard per l'interconnessione di sistemi aperti
 - Modello di riferimento Open Systems Interconnection (OSI)
 - OSI ha molto influenzato il modo di pensare ai protocolli stratificati

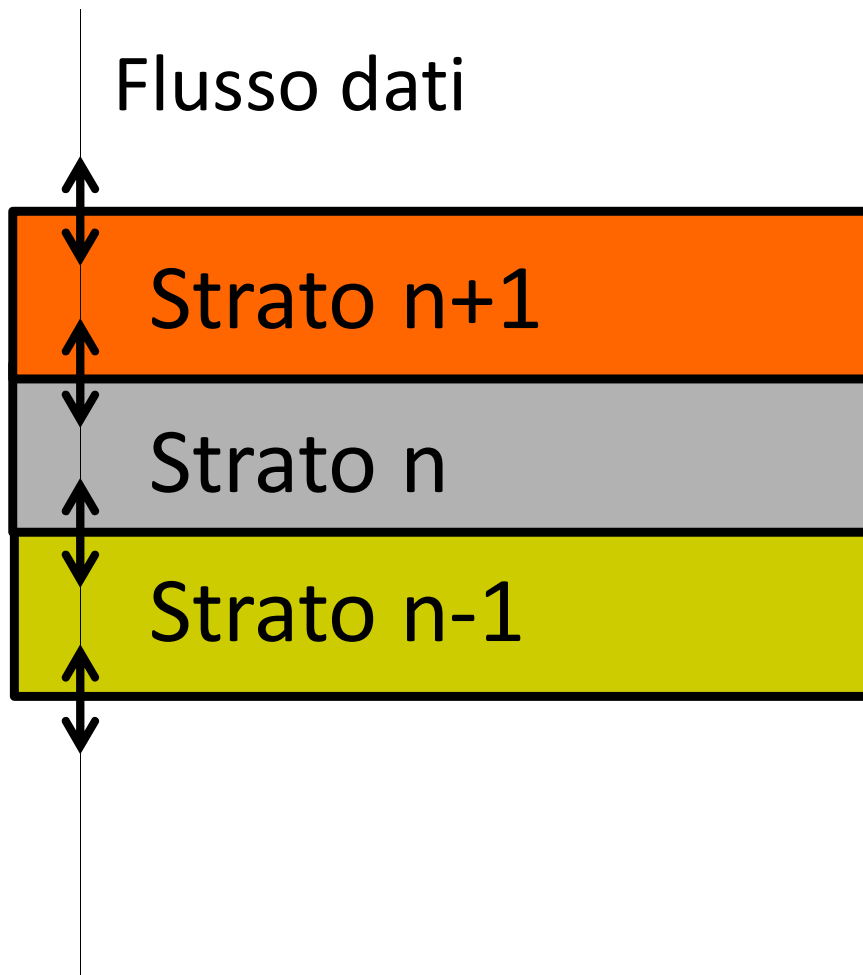
ISO OSI reference model

- A partire dal 1976 la ISO (in collaborazione con ITU-T) ha dato il via a lavori per giungere ad una serie di standard unificati per la realizzazione di reti di calcolatori aperte.
- La ISO ha per prima cosa proposto un modello di riferimento
 - Open System Interconnection Reference Model (OSI-RM)
 - È diventato standard internazionale nel 1983 (ISO 7498).
 - È basato sul concetto di architettura a strati

Modello ISO/OSI

- Il modello ISO/OSI prevede di dividere le funzionalità del protocollo di telecomunicazione in strati o layers ognuno dei quali svolge una parte piccola e indipendente dalle altre
 - Allo scopo di permettere una realizzazione o revisione delle singole funzionalità senza dover toccare le altre o anche di permettere una compatibilità a livelli diversi tra diverse implementazioni.
- La comunicazione tra i vari livelli è assicurata da chiamate standard; **ogni livello è tenuto a rispondere in maniera corretta alle chiamate che gli competono e che verranno generate dai due livelli ad esso adiacenti** (superiore e inferiore)
- La modalità con cui le funzioni competenti ad un livello vengono svolte non è visibile dall'esterno che ne è così svincolato.

Modello a strati



- Uno strato fornisce servizi allo strato superiore e riceve servizi dallo strato inferiore
- La comunicazione tra due strati avviene attraverso un'interfaccia
- Lo strato n-esimo di una entità comunica con lo strato n-esimo di un'altra entità secondo un protocollo assegnato

Definizioni

- **Strato**

È un modulo interamente definito attraverso i servizi, protocolli e le interfacce che lo caratterizzano

Nota: è spesso indicato con il nome di LIVELLO

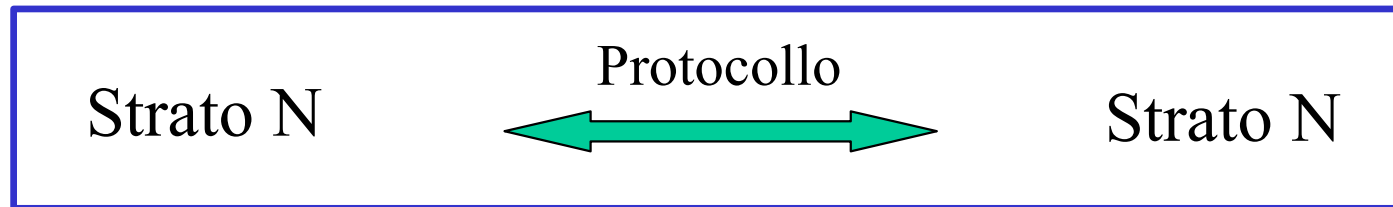
- **Servizio**

Servizi che uno strato fornisce ad uno strato soprastante attraverso primitive di servizio (es. `CONNECT.request`).

- **Interfaccia**

insieme di regole che governano il formato e il significato delle unità di dati (es. messaggi, segmenti o pacchetti) che vengono scambiati **tra due strati adiacenti della stessa entità**

Definizioni



- **Protocollo**

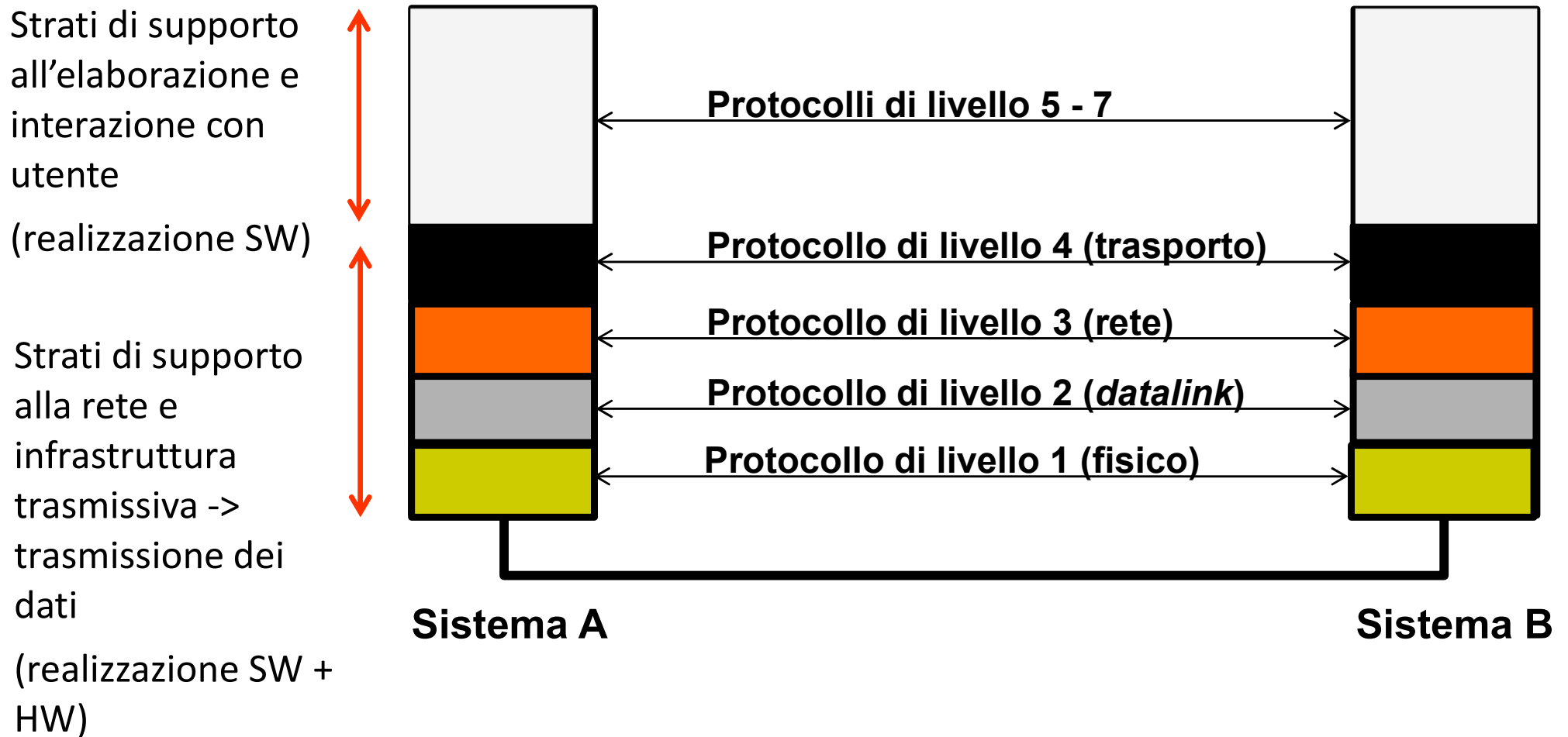
Insieme di regole che

- permettono a **due entità omologhe (stesso strato)** uno scambio efficace ed efficiente delle informazioni
- definiscono il formato e l'ordine dei messaggi inviati e ricevuti tra **entità omologhe** della rete e le azioni che vengono fatte per la trasmissione e ricezione dei messaggi
- **Efficace**: Un sistema che riesce a raggiungere lo scopo prefissato con la maggior frequenza possibile
- **Efficiente**: Un sistema che riesce a raggiungere lo scopo prefissato con il minor sforzo possibile

Cosa specificare in un protocollo?

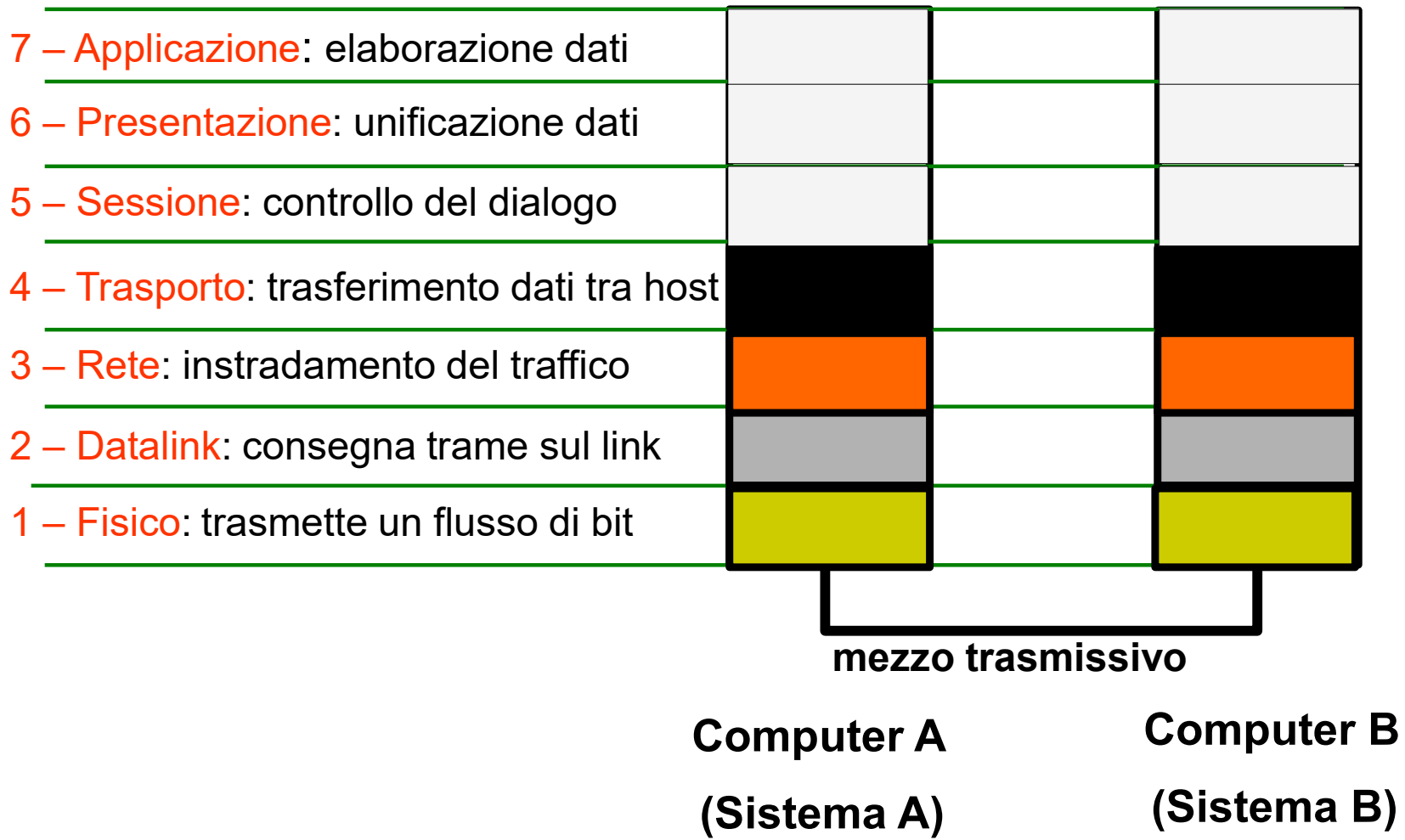
- La **sintassi** di un messaggio
 - che campi contiene?
 - in quale formato?
- La **semantica** del messaggio
 - cosa significa il messaggio?
 - Es: not-OK significa che il ricevitore ha ricevuto il msg corrotto
- Le **azioni** da intraprendere dopo la ricezione di un msg
 - Es: dopo avere ricevuto not-OK, ritrasmettere il msg

Pila di Protocolli (“Protocol stack”)



Gerarchia di Strati (“layer”)

STRATI OSI

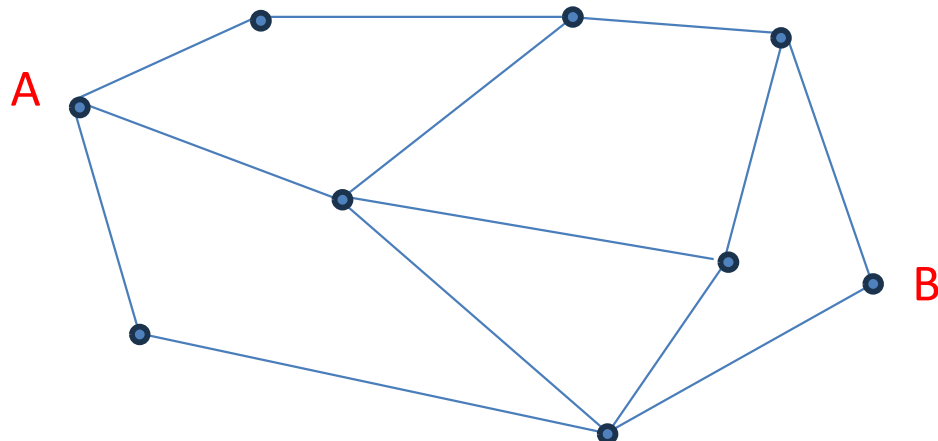


Strati nel modello ISO/OSI

- Livello Fisico
 - Comprende tutte le funzioni (procedure meccaniche ed elettroniche) che permettono una connessione a livello fisico.
 - Si occupa della trasmissione dei bit attraverso il mezzo trasmissivo e delle caratteristiche di cavi e connettori.
- Livello collegamento
 - Definisce le regole per inviare e ricevere informazioni tra due sistemi in comunicazione.
 - Permette il trasferimento affidabile di dati attraverso il livello fisico.
 - Si occupa di formare i dati da inviare attraverso il livello fisico, incapsulando i dati in un pacchetto provvisto di header (intestazione) e tail (coda), chiamato frame

Strati nel modello ISO/OSI

- Strato di Rete
 - Deve far giungere i “pacchetti” a destinazione
 - Si occupa dell’istradamento (“routing”) dei pacchetti cioè di determinare la sequenza di collegamenti punto-punto necessari per trasmettere un pacchetto da un nodo generico della rete a un altro



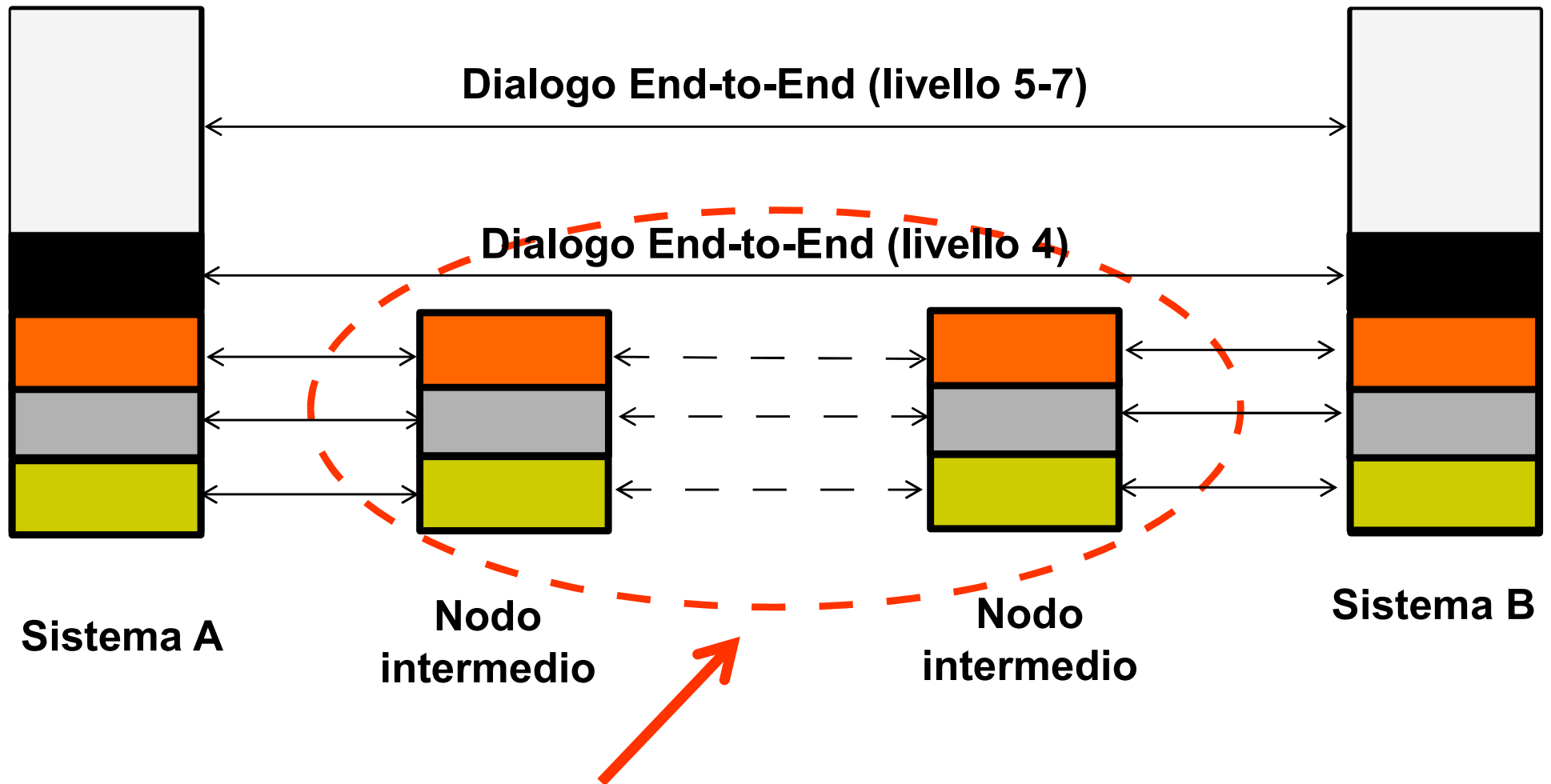
Strati nel modello ISO/OSI

- Strato di Trasporto
 - Questo strato fornisce un servizio di trasferimento dati end-to-end
 - Si occupa di instaurare, mantenere terminare una connessione
 - Può offrire funzionalità per frammentare e riassemblare i dati, rilevare e correggere gli errori, controllare il flusso dei dati.

Strati nel modello ISO/OSI

- Strato Sessione
 - Assembla il dialogo tra nodi in unità logiche (sessione)
- Strato di presentazione
 - Adatta la sintassi dei dati di ciascuna applicazione alla sintassi richiesta dalla sessione
- Strato di Applicazione
 - Protocolli a supporto di applicazioni distribuite

Collegamento tra end-systems



Modalità di Servizio

- Connection-oriented:
 - Associazione logica tra due o più sistemi al fine di trasferire dati
 - Gestione della connessione:
 - Instaurazione della connessione
 - Trasferimenti dei dati
 - Chiusura della connessione
- Connection-less
 - I dati vengono trasferiti senza stabilire una connessione

Flusso dell'informazione

- Per la rete, l'informazione ha origine al livello Applicativo
- L'informazione discende i vari livelli fino alla trasmissione sul canale fisico
- Ogni livello aggiunge all'informazione del livello superiore una propria sezione informativa (o più di una)
 - header che contiene informazioni riguardanti esclusivamente quel livello.
- Per i dati ricevuti si segue il cammino inverso

Flusso dell'informazione - 2

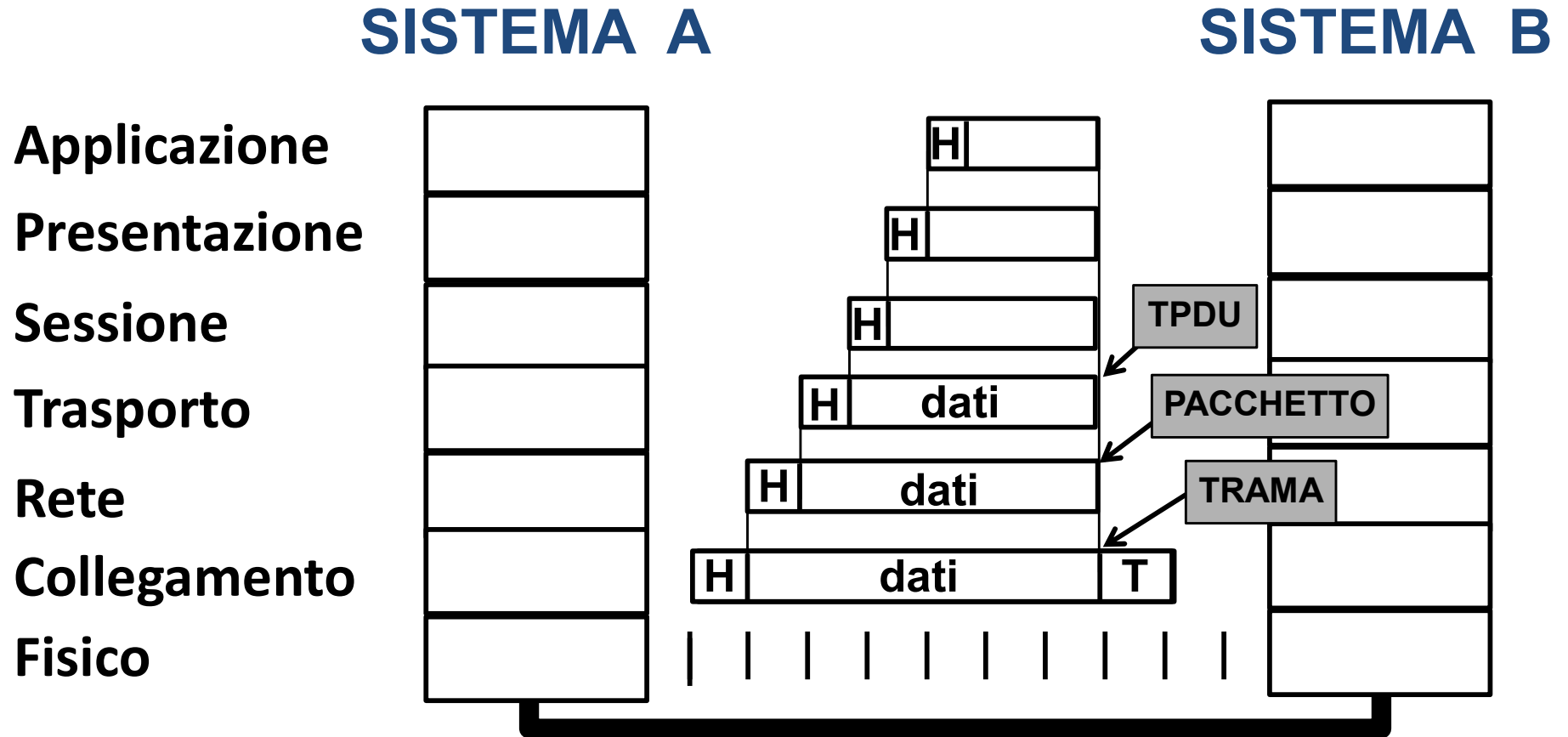
- processo di incapsulamento delle informazioni
 - ogni livello esegue una operazione di incapsulamento su dati già incapsulati dal livello precedente
 - **Processo reversibile**
 - la definizione dell'incapsulamento è tale da garantire la possibilità di estrarre i dati precedentemente incapsulati

Incapsulamento

- Header
 - Qualificazione del pacchetto dati per questo livello
- DATA
 - Payload proveniente dal livello superiore
- Trailer
 - generalmente usato in funzione di trattamento dell'errore (rivelazione, correzione)



Incapsulamento dei dati



H = Header
T = Trailer

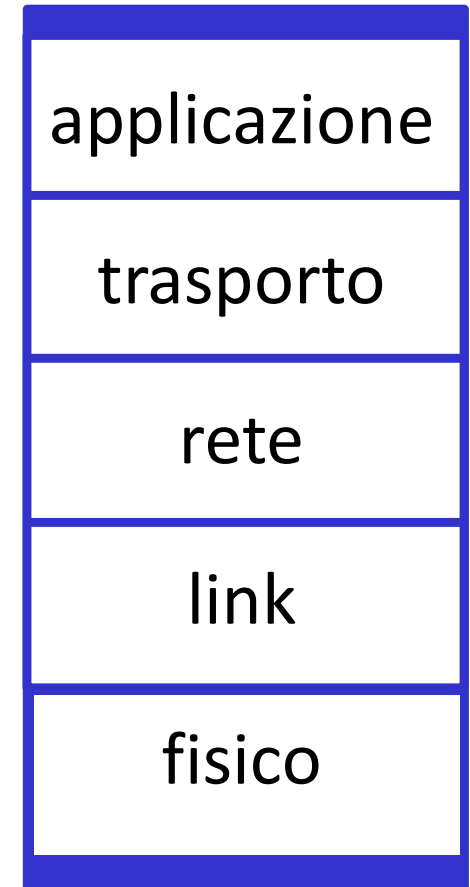
PDU = Protocol Data Unit
TPDU = Transport PDU

Stack protocollare TCP/IP

- TCP/IP è una famiglia di protocolli attualmente utilizzata in Internet. Si tratta di una gerarchia di protocolli, ciascuno dei quali fornisce funzionalità specifiche.
- Il termine gerarchia significa che ciascun protocollo di livello superiore è supportato dai servizi forniti dai protocolli di livello inferiore.
- Definita in origine in termini di quattro livelli software soprastanti a un livello hardware, la pila TCP/IP è oggi intesa come composta di cinque livelli.

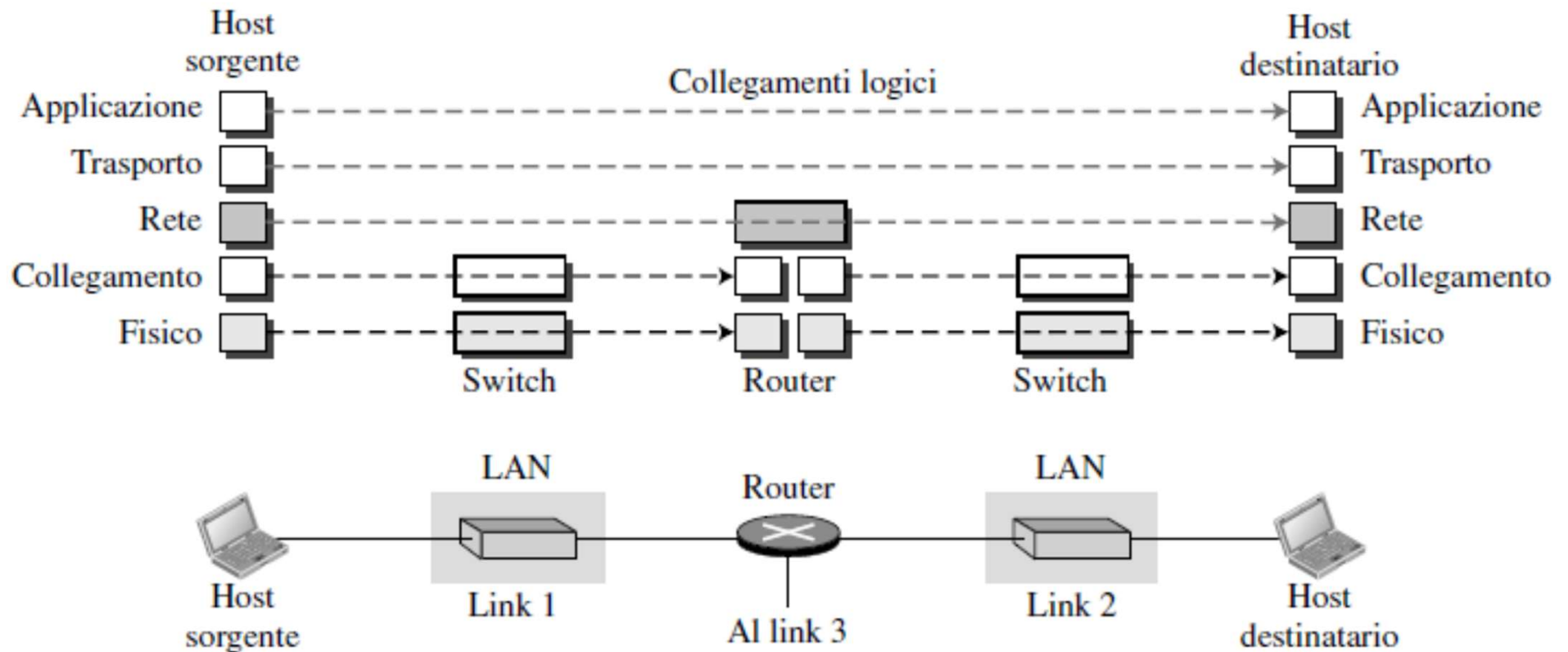
Stack protocollare TCP/IP

- **applicazione**: supporta le applicazioni di rete, collegamento logico end-to-end: scambio di messaggi tra due processi
 - ftp, smtp, http
- **trasporto**: trasferimento dati end-to-end (da un host sorgente all'host destinatario)
 - tcp, udp
- **rete**: instradamento dei datagrammi dalla sorgente alla destinazione
 - Ip, ICMP
- **link**: trasferimento dati in frame attraverso il collegamento tra elementi di rete vicini
 - ppp, ethernet, ... qualunque cosa
- **fisico**: trasferimenti dei bit di un frame sul mezzo trasmissivo



Comunicazione in una internet

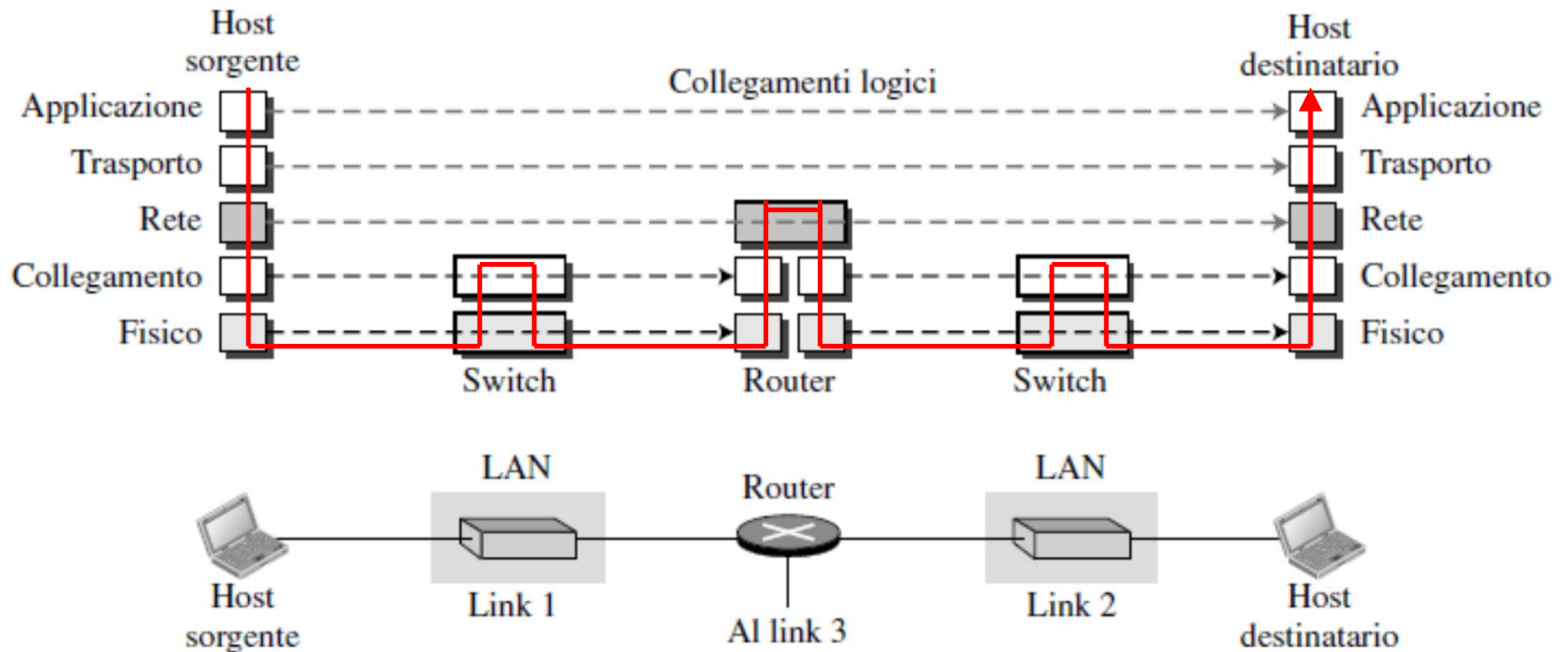
- Vista logica



Comunicazione tra peer dello stesso strato

Comunicazione in una internet

- Vista fisica



Comunicazione con l'entità dello strato adiacente con incapsulamento/decapsulamento dell'informazione

Incapsulamento

Legenda

4 Intestazione a livello di trasporto

3 Intestazione a livello di rete

2 Intestazione a livello di collegamento

↓ Incapsula

↑ Decapsula

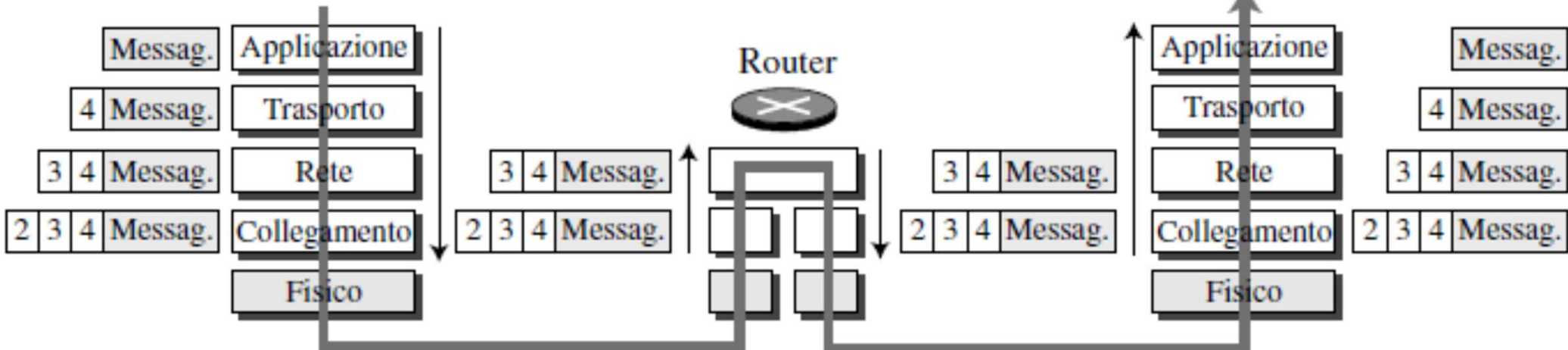
Host sorgente



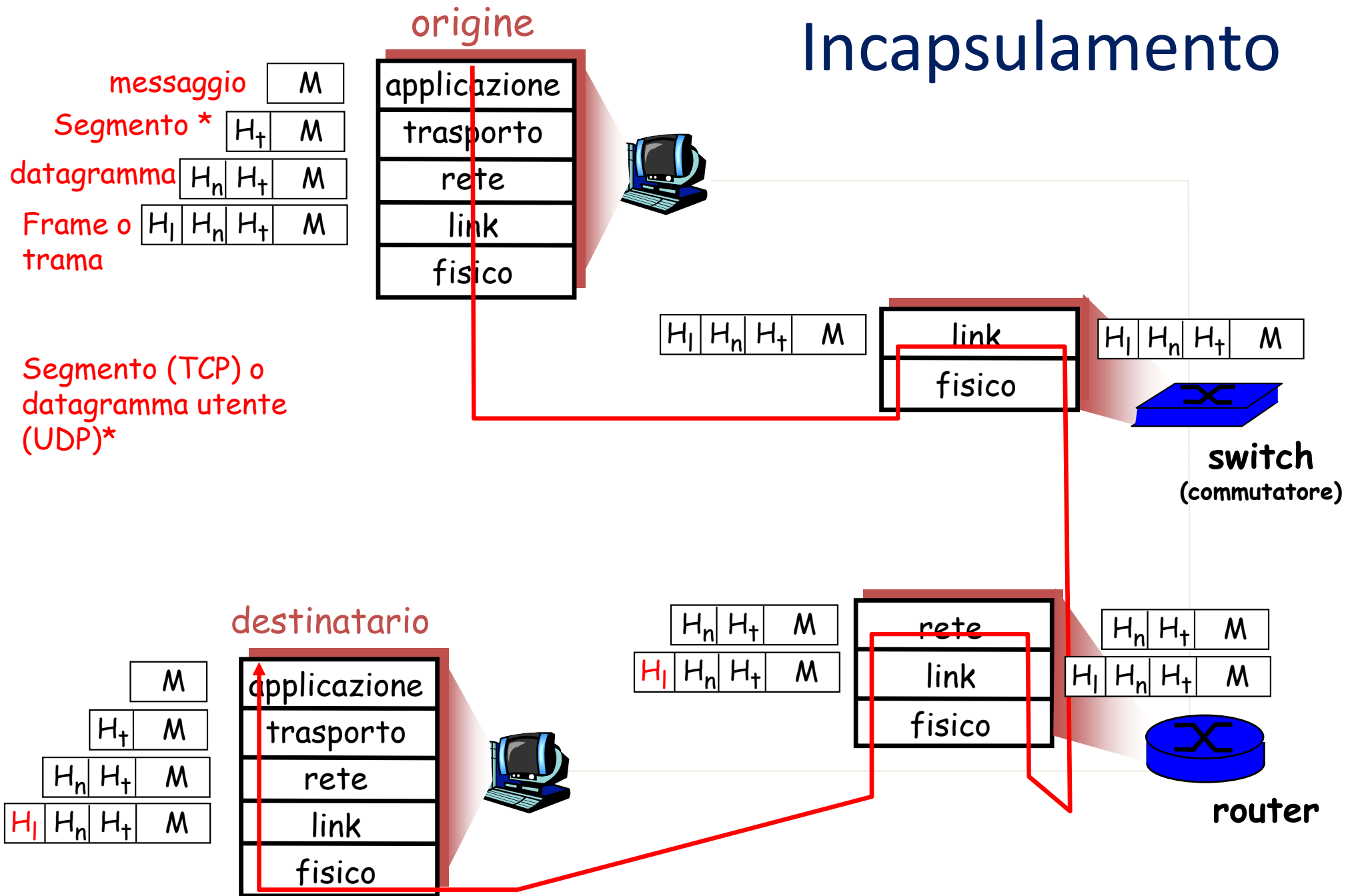
Router



Host destinazione



Incapsulamento



ISO/OSI vs TCP/IP

- ISO/OSI
 - + generale
 - + definizione di servizio, interfaccia e protocollo
 - Poco efficiente, alcuni livelli poco utili e chiari
 - Alcune funzioni sono presenti in più livelli
 - Standard difficili
 - Telco-oriented
 - I protocolli TCP/IP già in uso non si collocano perfettamente nel modello teorico
- Usato come modello di riferimento
 - Telegram [MTProto Mobile Protocol \(telegraph.org\)](http://telegraph.org)
- TCP/IP
 - + **standard de facto**
 - + /- implementation driven
 - Specifiche non astratte e rigorose
 - Modello non generale
 - Oltre a TCP/IP, presenza di protocolli minori (per problemi ad - hoc), difficili da rimpiazzare

(Breve) storia di Internet

Storia di Internet

- Prima del 1960 esistevano già alcune reti di telecomunicazione, come le reti telegrafiche e le reti telefoniche.
 - Queste reti erano adatte a un tipo di comunicazione a velocità costante: era necessario stabilire una connessione fra due utenti prima di poter trasmettere il messaggio codificato (telegrafo) o la voce (telefonia).
- ARPANET
- Nel 1972 Vint Cerf e Bob Kahn, entrambi parte del nucleo del gruppo ARPANET, collaborarono a ciò che chiamarono l'Internetting Project.
 - Il loro scopo era quello di collegare diverse reti in modo che un host di una delle reti potesse comunicare con un altro host di un'altra rete.
 - I problemi da risolvere furono numerosi: dimensione dei pacchetti, interfacce e frequenze di trasmissione diverse, ma anche differenti requisiti.

Storia di Internet

1980-1990: nuovi protocolli, proliferazione di reti

- 1983 TCP/IP protocollo ufficiale di ARPANET
- 1982: protocollo di e-mail smtp
- 1983: DNS per traduzione nomi-indirizzi IP
- 1985: protocollo ftp
- 1988: controllo di congestione TCP
- Nuove reti nazionali CSnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 hosts connessi a confederazioni di reti

Storia di Internet

1990, 2000's: commercialization, the Web, new apps

- **early 1990's**: ARPAnet sostituita da NSFnet
 - **1991**: NSF pone restrizioni su uso commerciale di NSFNET
 - **1995**: NSFNET ritorna rete per la ricerca, nuova dorsale Internet ANSNET
 - **inizio 1990s**: Web
 - hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
 - HTML, HTTP: Berners-Lee
 - 1994: Mosaic, later Netscape
 - late 1990's: commercialization of the Web
- **fine 1990 – 2000**:
 - instant messaging, P2P file sharing
 - Sicurezza di rete
 - circa 50 milioni di host, più di 100 milioni d utenti
 - Velocità dei collegamenti backbone sui Gbps

Storia di Internet

- **2005- in corso**

- miliardi di dispositivi collegati a Internet (2016)
- Diffusione di accesso a banda larga
- Crescente diffusione di accesso wireless ad alta velocità
- online social networks:
 - Facebook: ~ un miliardo di utenti
- service providers (Google, Microsoft) creano loro reti
 - “aggirano” Internet, forniscono “accesso a servizi di ricerca, email, contenuti video...
- e-commerce, università, aziende eseguono i loro servizi nel “cloud” (e.g., Amazon EC2)