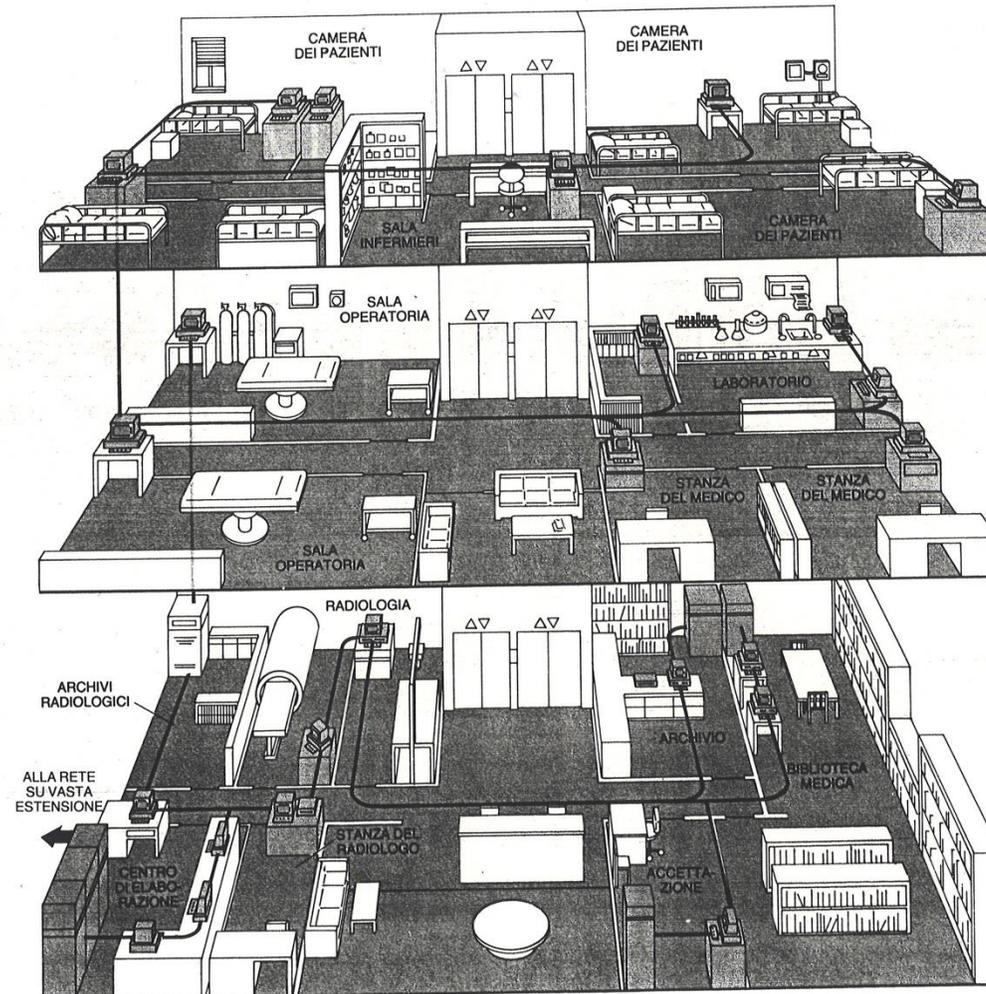


# ISO/OSI e Comunicazione Digitale in Radiologia

Corso: Sistemi elettronici e informatici in ambito di imaging

Docente: Aleksandar Miladinović, PhD

# Storia



Il futuro sistema informatico ospedaliero trasmetterà testi e immagini a stazioni operative in tutto l'ospedale tramite una rete locale. Le informazioni sui pazienti saranno inserite dall'ufficio accettazione, dall'archivio, dai laboratori, dalle sale operatorie e dai terminali accanto ai letti (e trasmesse a tutte le stazioni). I risultati archiviati di radiografie, TAC, ecografie e altri esami e il materiale bibliografico saranno

trasmessi con cavi a fibre ottiche ovunque siano necessari. Una rete su vasta estensione permetterà l'accesso a basi di dati e sistemi di consulenza medica remoti. A differenza dei sistemi attuali guidati da un calcolatore centrale, quelli futuri decentreranno gran parte della memoria e dell'elaborazione alle stazioni operative. HELP, una versione ridotta del sistema, è già operativo allo LDS Hospital di Salt Lake City.

# Radiologia = Nativa Digitale

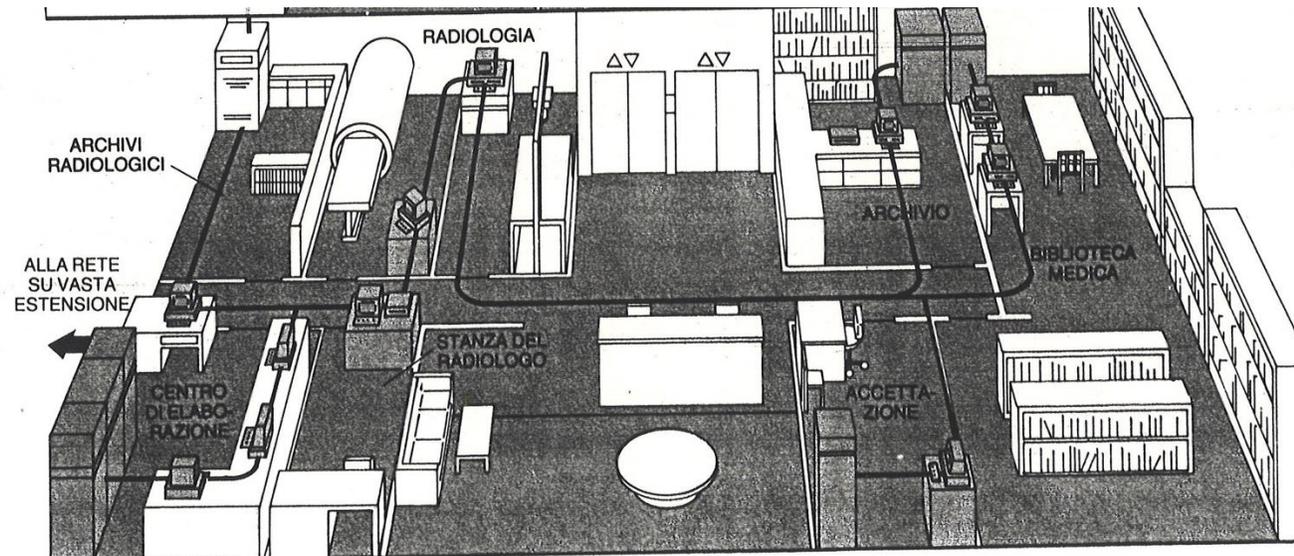
Le immagini TAC e RM richiedono visualizzazione 3D.

Reparti radiologici tra i primi a digitalizzarsi.

Necessità di trasferire grandi volumi di dati.

# Sistemi proprietari

- Ospedali acquistavano soluzioni da un solo fornitore.
- Tutti i componenti erano integrati ma incompatibili con altri sistemi.

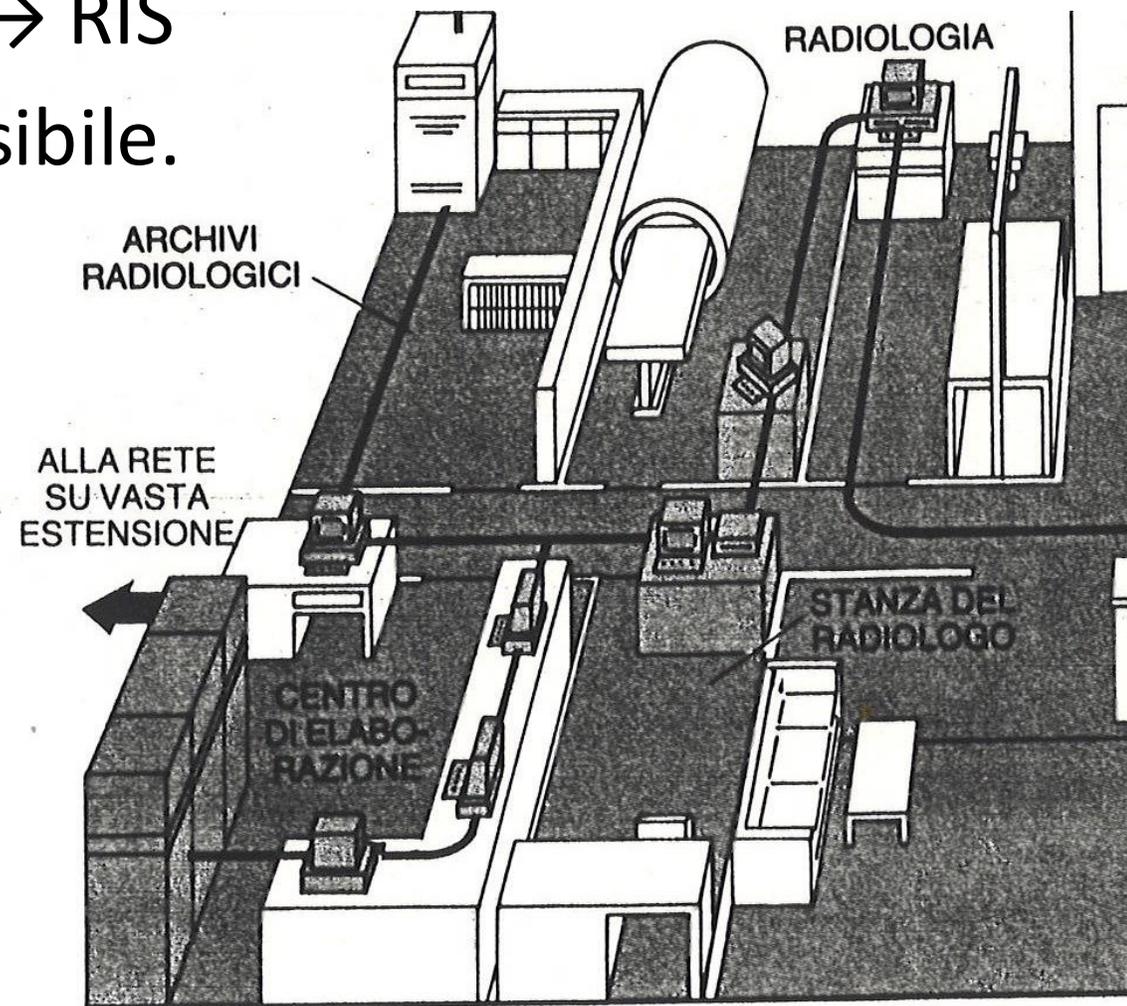


Il futuro sistema informatico ospedaliero trasmetterà testi e immagini a stazioni operative in tutto l'ospedale tramite una rete locale. Le informazioni sui pazienti saranno inserite dall'ufficio accettazione, dall'archivio, dai laboratori, dalle sale operatorie e dai terminali accanto ai letti (e trasmesse a tutte le stazioni). I risultati archiviati di radiografie, TAC, ecografie e altri esami e il materiale bibliografico saranno

trasmessi con cavi a fibre ottiche ovunque siano necessari. Una rete su vasta estensione permetterà l'accesso a basi di dati e sistemi di consulenza medica remoti. A differenza dei sistemi attuali guidati da un calcolatore centrale, quelli futuri decentreranno gran parte della memoria e dell'elaborazione alle stazioni operative. HELP, una versione ridotta del sistema, è già operativo allo LDS Hospital di Salt Lake City.

# Schema dei sistemi radiologici chiusi

- Modalità → Workstation → PACS → RIS
- Nessuna connessione esterna possibile.



# Assenza iniziale di standard

- ISO/OSI era teorico e facoltativo.
- Ogni produttore usava protocolli propri.
- Nessuna interoperabilità tra sistemi.
  - Connettori proprietari nonostante standard.
  - Simile ai computer (PowerPC, Intel, Apple M1).

# Prima di DICOM

- Nessun "linguaggio" comune per immagini mediche.
- DICOM standardizza archiviazione e comunicazione.

Standard:

Modello, tipo, norma cui si devono uniformare, o a cui sono conformi, tutti i prodotti e i procedimenti, tutte le attività e le prestazioni, di una stessa serie

# Gli standard non bastano sempre

- Interpretazioni diverse degli standard.
- Esempio: auricolari Bluetooth non sempre compatibili.

# Standard DICOM



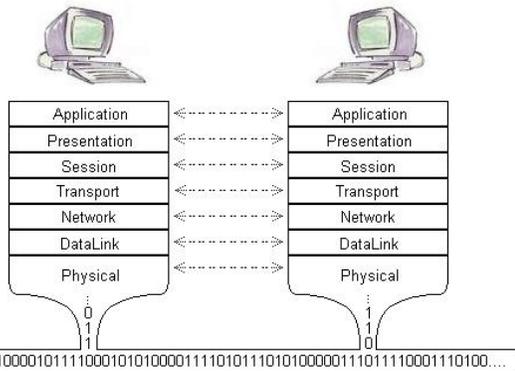
# DICOM+HL7



Health Level Seven  
International

# ISO/OSI + DICOM+HL7

OSI Model



Health Level Seven  
International

	PDF	HTML	CHTML	DOCX	ODT	XML
DICOM Part 1: Introduction and Overview						
DICOM Part 2: Conformance						
DICOM Part 3: Information Object Definitions						
DICOM Part 4: Service Class Specifications						
DICOM Part 5: ...						

## SCOPO

- Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) è uno standard per la gestione e comunicazione delle immagini mediche e dei dati ad esse correlati
  - DICOM fornisce delle specifiche per:
    - La comunicazione in rete delle immagini, come insieme di protocolli che i dispositivi conformi devono rispettare
    - La sintassi e la semantica dei comandi e informazioni che possono essere scambiati tramite questi protocolli
    - Un insieme di servizi di memorizzazione per i sistemi conformi allo standard, così come i formati dei file e le strutture per facilitare l'accesso ai dati
  - DICOM NON specifica:
    - L'implementazione delle caratteristiche descritte nello standard
    - Procedure di validazione e test

# DICOM e ISO/OSI

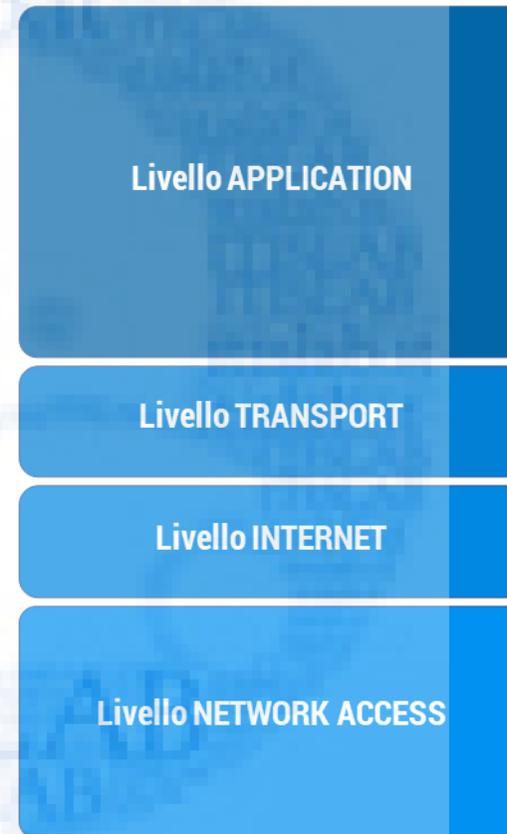
- DICOM lavora sopra il livello trasporto.
- Utilizza TCP/IP per trasferimenti di immagini.

# ISO/OSI e TCP/IP

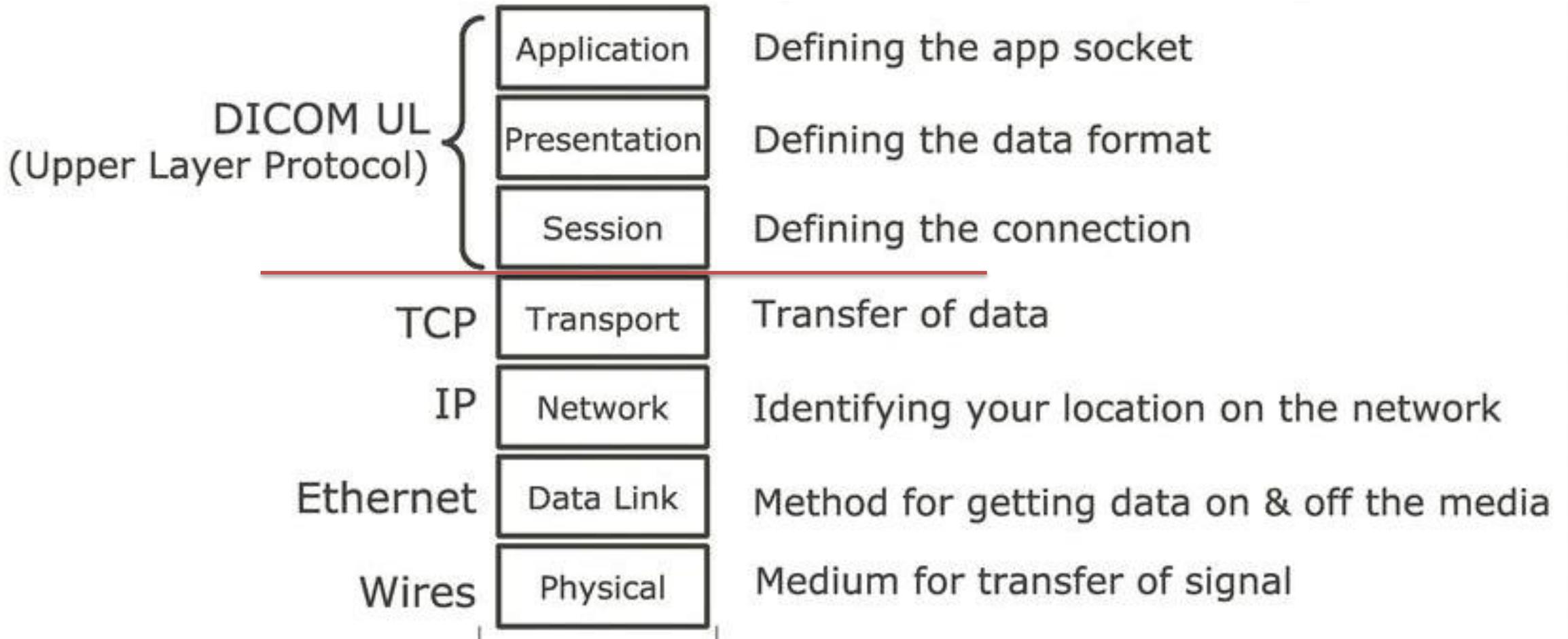
## Modello OSI



## Modello TCP/IP

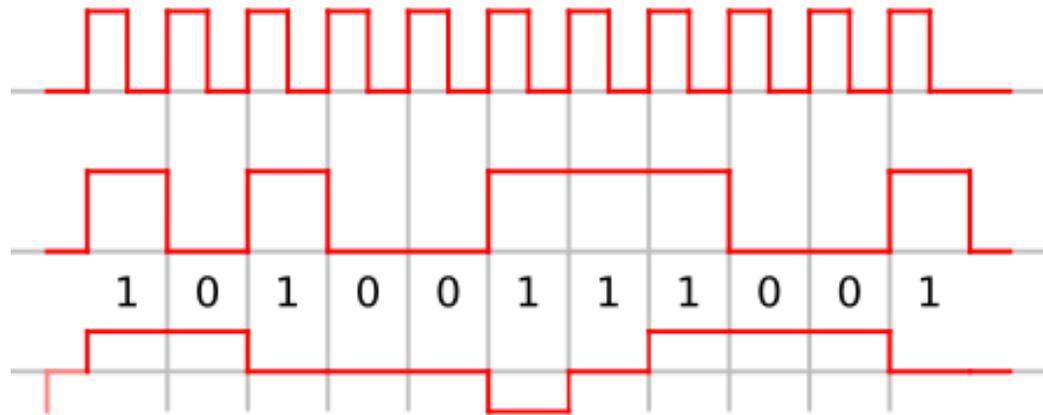


# DICOM e ISO/OSI (2)

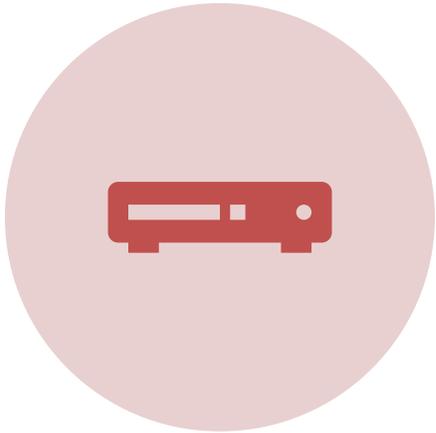


# Conformità ISO/OSI

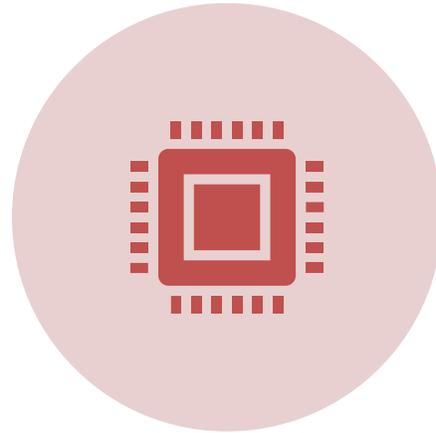
- Livello fisico: cavi, segnali, connettori standard.



# Livello Data Link



ETHERNET: 1GBE, 10GBE.



MAC ADDRESS UNIVOCO.



VLAN PER SEPARAZIONE  
RETI.

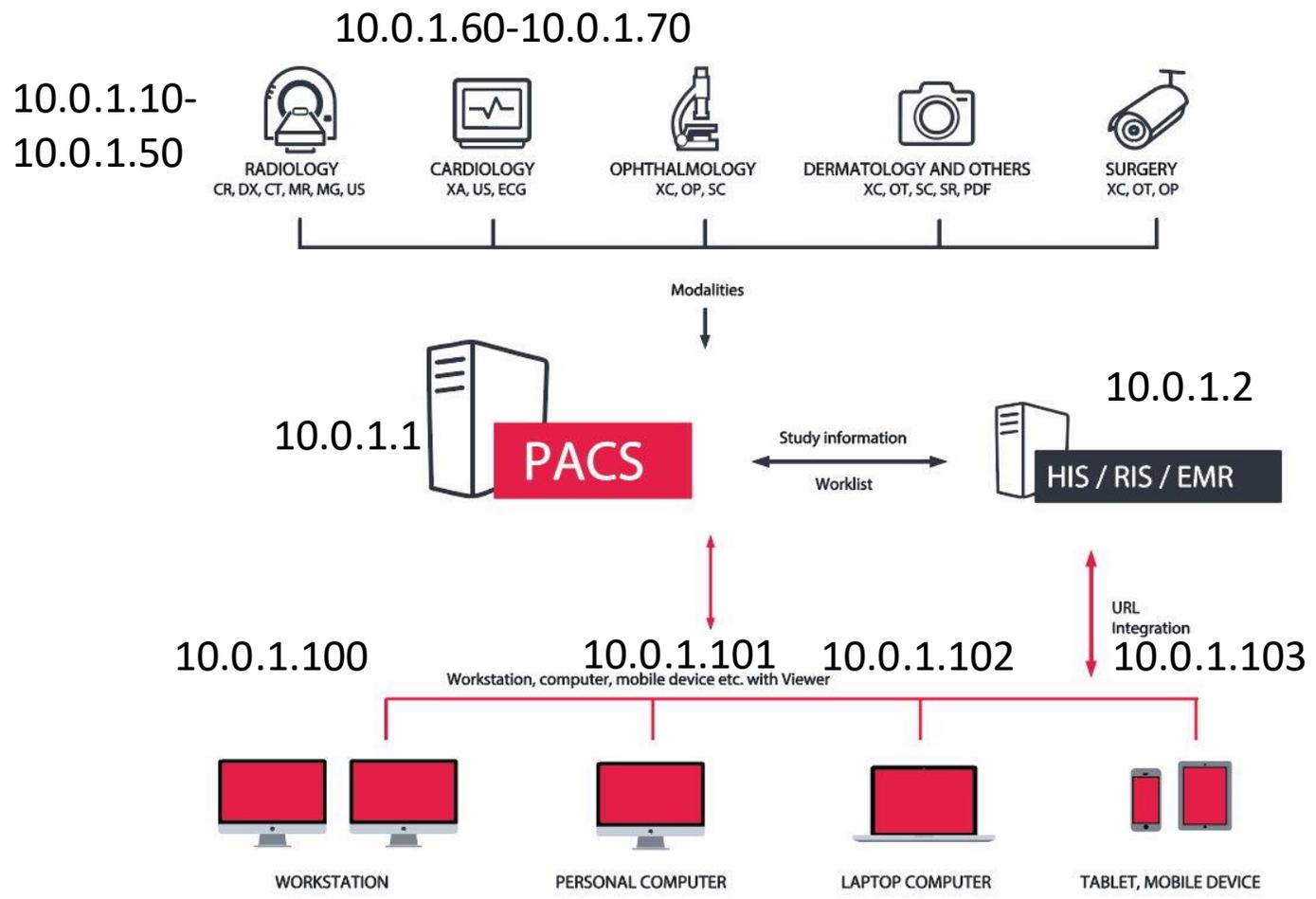
# Livello Network

- Ogni sistema ha un indirizzo IP.
- Esempio: RIS 10.0.1.1, PACS 10.0.1.2.

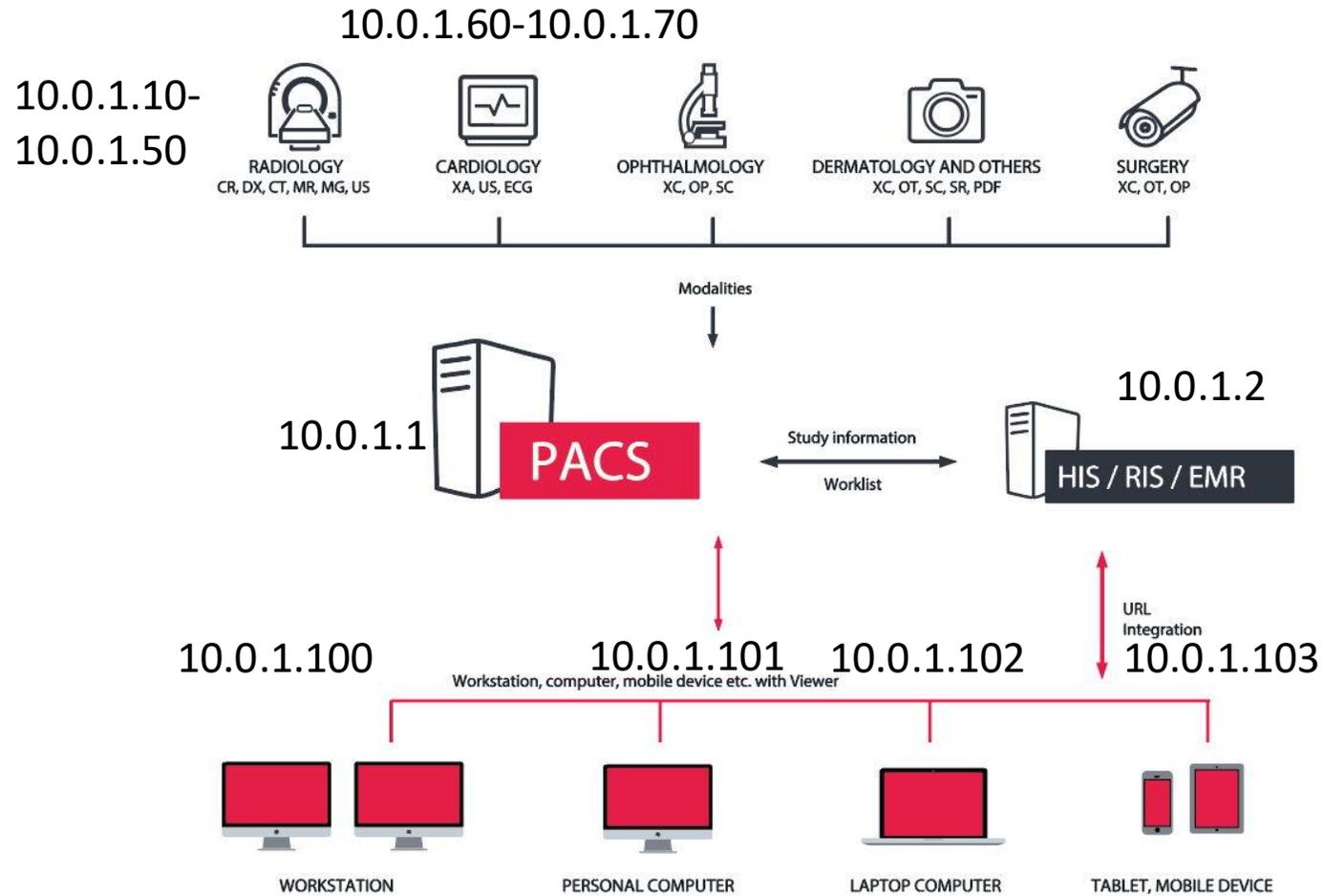
## Livello Trasporto

- TCP garantisce consegna.
- Porte: DICOM 104, HL7 2575, Web 8080.

# Esempio



# Esempio – DICOM PORT 104



# Esempio

Create TCP  
connection

IP or  
Domain Name

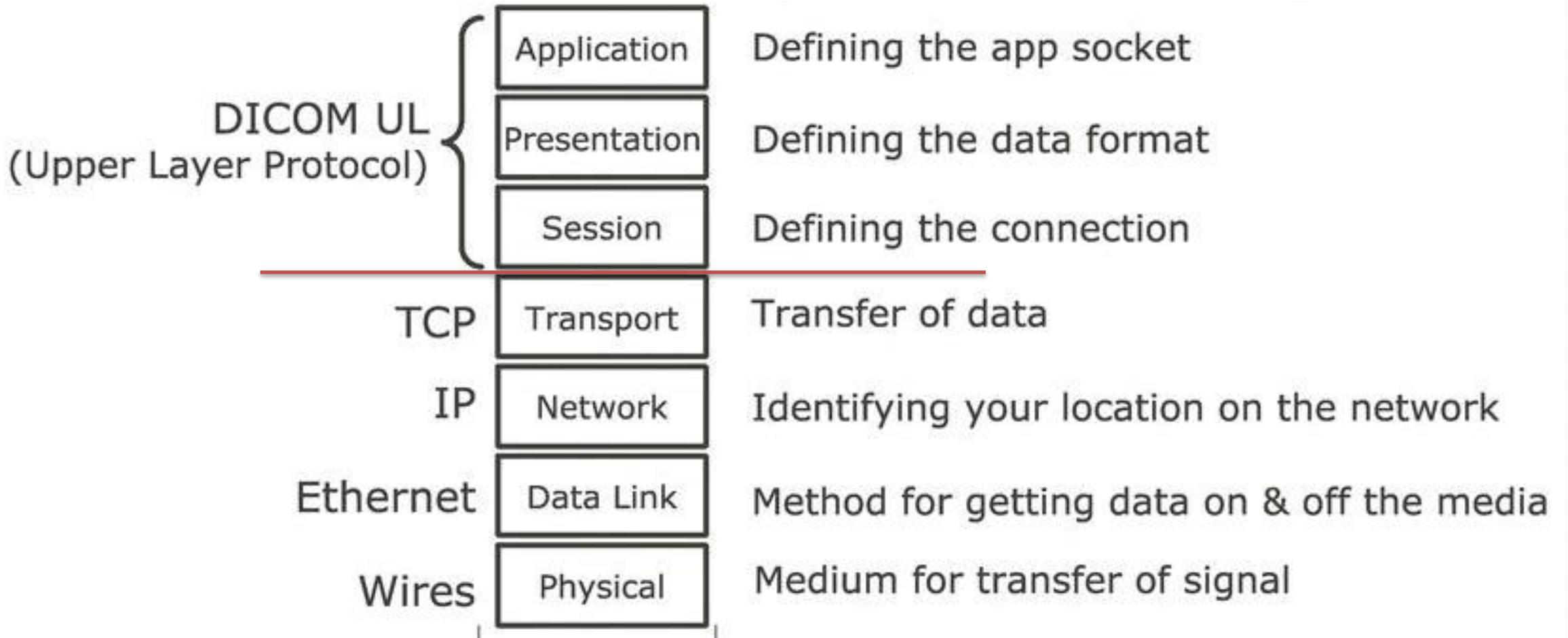
Port

```
Last login: Wed Apr 23 21:54:29 on ttys000
(base) aleksandarmiladinovic@MacBook-Air-2 ~ % telnet www.google.com 80
Trying 216.58.205.36...
Connected to www.google.com.
Escape character is '^]'.

```

Connected and waiting for data

# DICOM e ISO/OSI (2)



# Livelli superiori

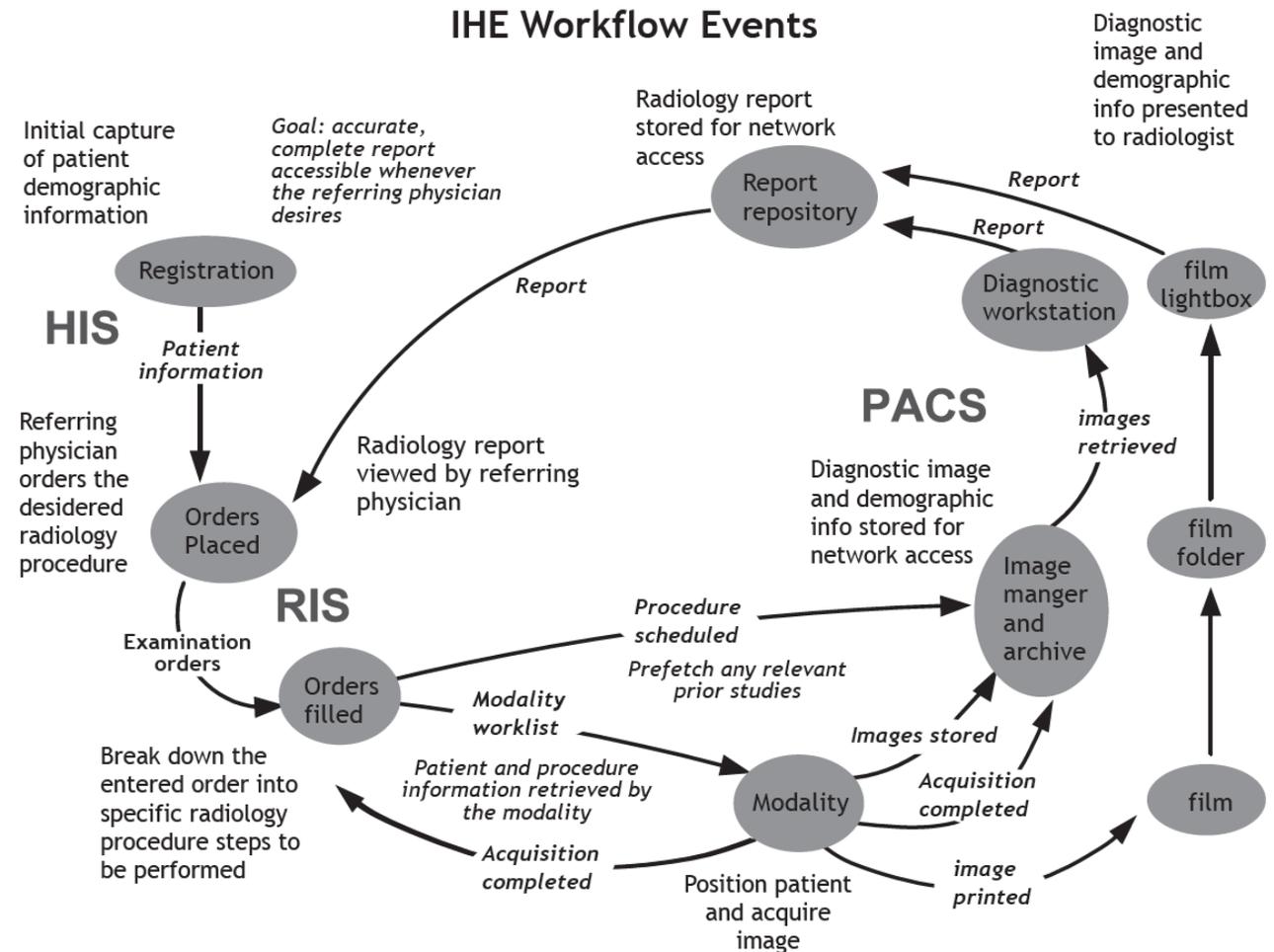
- Sessione: gestione connessione.
- Presentazione: cifratura, compressione.
- Applicazione: DICOM, HL7.

# Workflow radiologico

- ADT: ammissioni/dimissioni/trasferrimento.
- HIS: hospital information system.
- RIS: gestione esami/referti.
- PACS: archiviazione immagini.

# Schema del flusso

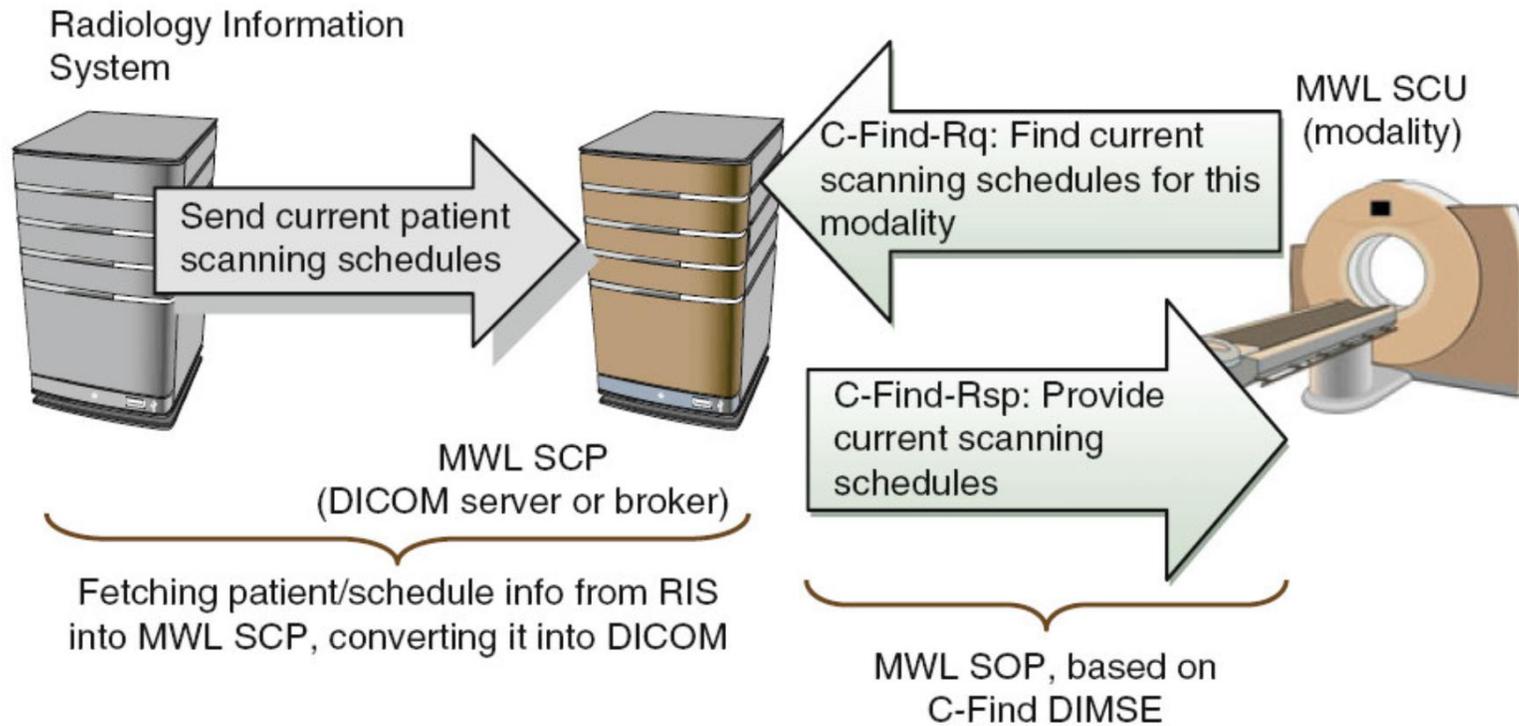
- Paziente → ADT → HIS → RIS → Modality  
→ PACS → Workstation.



# Cosa succede in rete

- RIS invia worklist → Modality.
- Modalità invia immagini → PACS.
- Workstation recupera immagini.

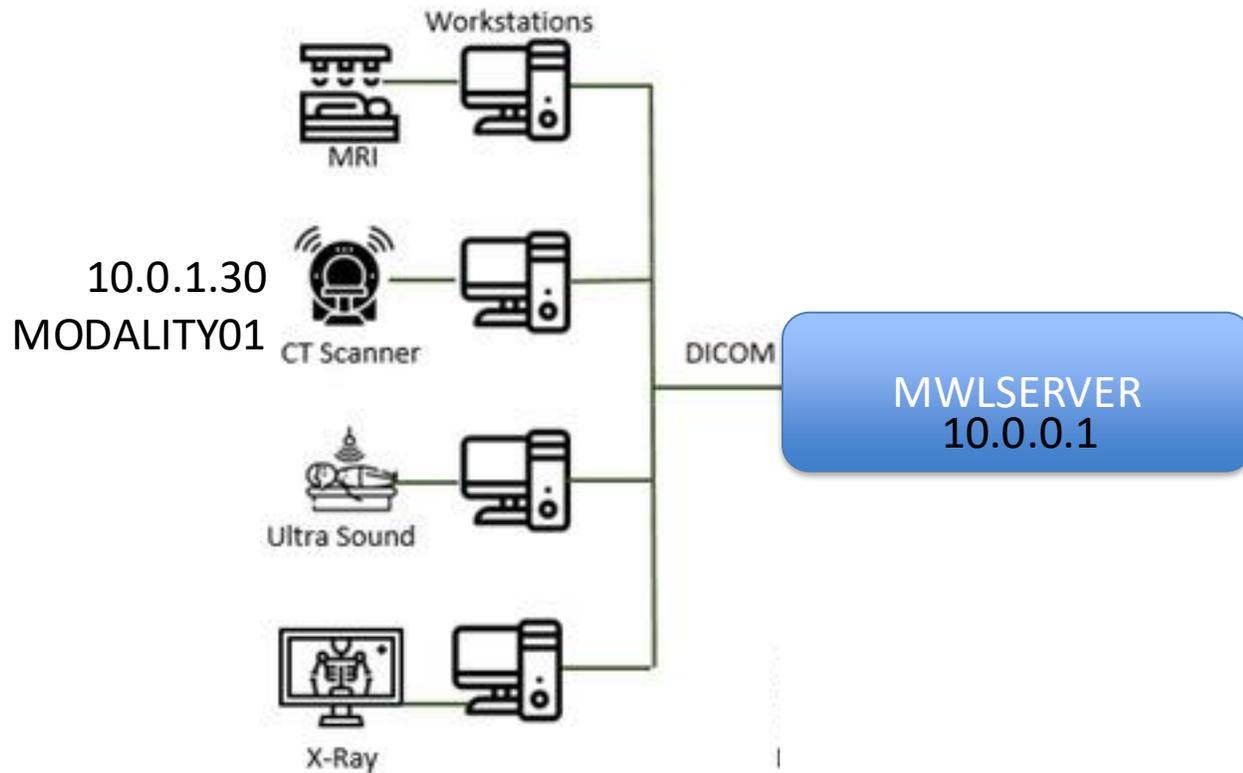
# Modality Worklist example



**Fig. 7.13** DICOM Modality Worklist example: populating imaging modalities with basic patient data

Livello ISO/OSI	Cosa succede in questo scenario
<b>7 - Applicazione</b>	Il protocollo DICOM è usato: - Il RIS carica dati nel MWL SCP (via HL7 o database) - La modality fa una richiesta C-FIND DIMSE - Il MWL SCP risponde con la lista dei pazienti
<b>6 - Presentazione</b>	Codifica dati: DICOM usa Transfer Syntax (es. Little Endian Explicit, Implicit) per scambiare dataset binari
<b>5 - Sessione</b>	Gestione della sessione: DICOM fa una "Association Negotiation" (Association Request/Accept PDU) per stabilire il canale di comunicazione
<b>4 - Trasporto</b>	TCP/IP connessione persistente: Apertura di una socket TCP sulla porta 104
<b>3 - Rete</b>	Routing IP: i pacchetti IP trasportano i dati TCP
<b>2 - Collegamento dati</b>	Ethernet o WiFi: incapsulamento dei pacchetti IP in frame Ethernet
<b>1 - Fisico</b>	Cavi (rame, fibra) o onde radio: il trasporto elettrico o ottico dei segnali

# Modality Worklist example



```
[FISICO]
|
v
[Collegamento dati]
|
v
[Rete IP] ----->
Src IP: 10.0.1.30   Dst IP: 10.0.1.1
|
v
[Trasporto TCP] ----->
Src Port: 50030    Dst Port: 104
|
v
[Sessione DICOM UL] ----->
Association Request (A-ASSOCIATE-RQ)
Calling AE: MODALITY01
Called AE: MWLSERVER
|
v
[Presentazione DICOM] ----->
Transfer Syntax Negotiation:
- Explicit VR Little Endian
- Implicit VR Little Endian
|
v
[Applicazione DICOM] ----->
C-FIND-RQ (Richiesta Worklist)
->
C-FIND-RSP (Lista pazienti)
- Mario Rossi
- ID 12345
- Esame: TAC addome
```

# DICOM C-Store

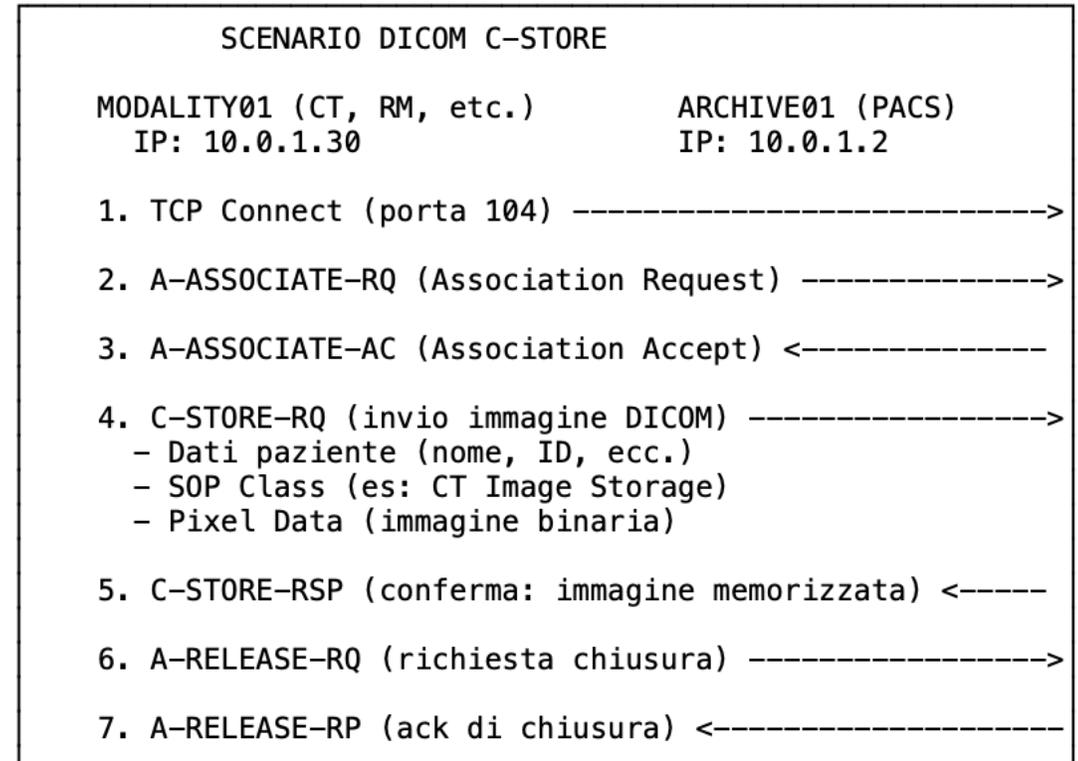
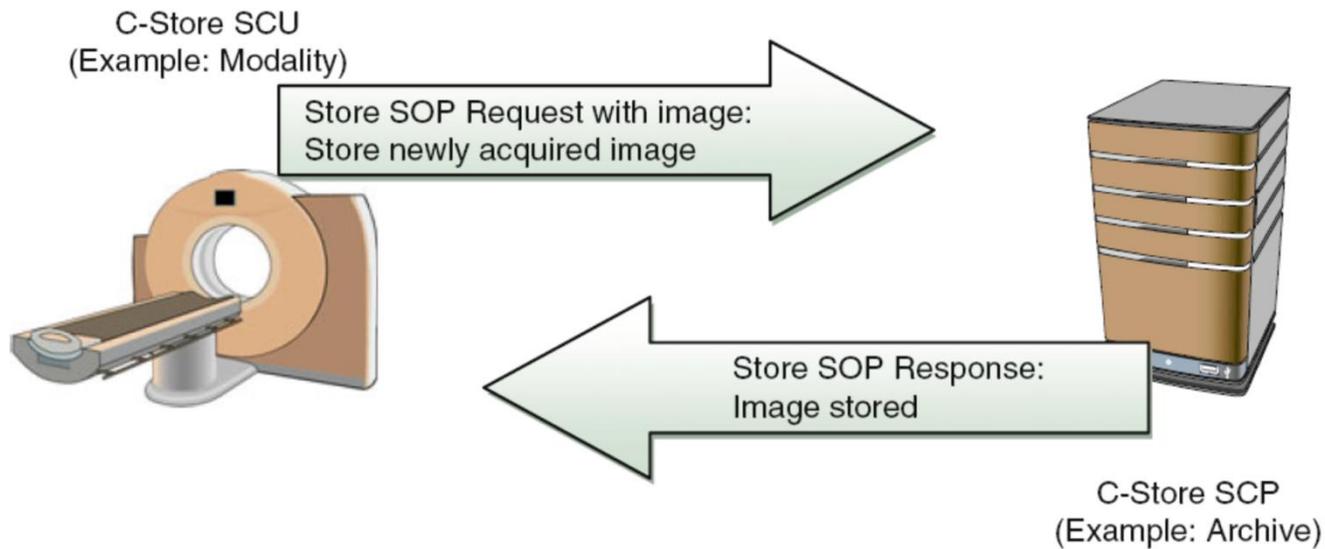


Fig. 7.9 DICOM C-Store

# DICOM C-FIND

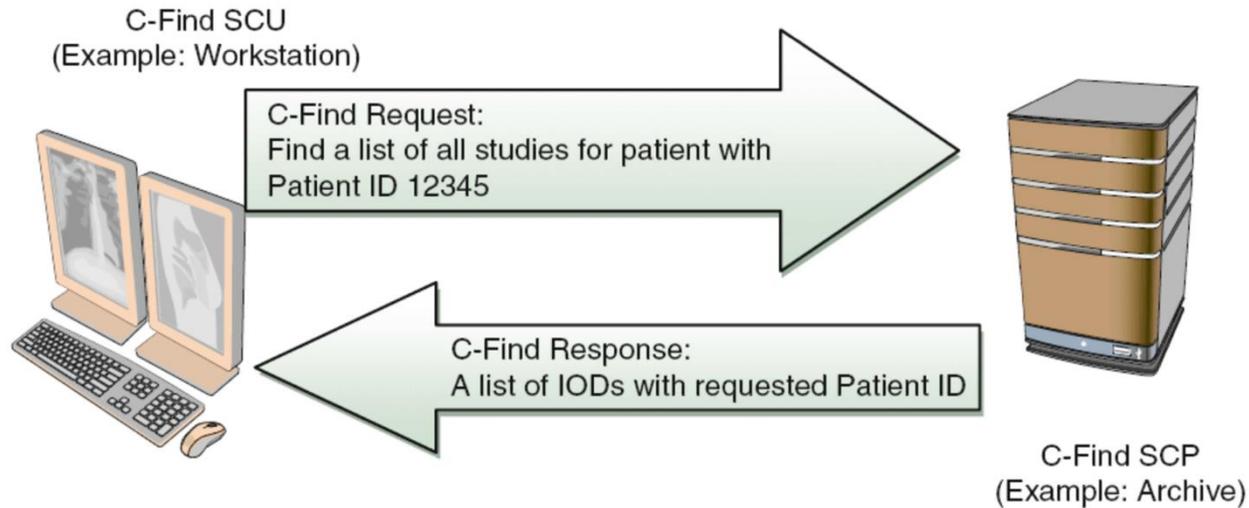


Fig. 7.12 DICOM C-Find

## SCENARIO DICOM C-FIND

WORKSTATION01 (Workstation di refertazione)  
IP: 10.0.1.40

ARCHIVE01 (PACS Server)  
IP: 10.0.1.2

1. TCP Connect (porta 104) ----->
2. A-ASSOCIATE-RQ (Association Request) ----->
3. A-ASSOCIATE-AC (Association Accept) <-----
4. C-FIND-RQ (query paziente ID 12345) ----->
  - Query Retrieve Level: STUDY
  - Patient ID: 12345
5. C-FIND-RSP (risposta lista studi) <-----
  - Elenco UID di studi associati a ID paziente 12345
  - Dettagli: Data studio, Modality, UID studio
6. A-RELEASE-RQ (richiesta chiusura) ----->
7. A-RELEASE-RP (ack di chiusura) <-----

# ISO/OSI e DICOM

---

ISO/OSI Level 7 - Applicazione

→ DICOM DIMSE Messages (**C-FIND, C-STORE, C-MOVE, C-ECHO**)

---

ISO/OSI Level 6 - Presentazione

→ DICOM Transfer Syntax Negotiation  
(**Little Endian, JPEG, JPEG2000, ecc.**)

---

ISO/OSI Level 5 - Sessione

→ DICOM Association Negotiation  
(**A-ASSOCIATE-RQ / A-ASSOCIATE-AC / A-RELEASE / A-ABORT**)

---

ISO/OSI Level 4 - Trasporto

→ **TCP Connection**  
(porta standard: **104**)

---

ISO/OSI Level 3 - Rete

→ IP Packet  
(IPv4 / IPv6)

---

ISO/OSI Level 2 - Collegamento Dati

→ Ethernet Frame  
(**MAC Address, IEEE 802.3**)

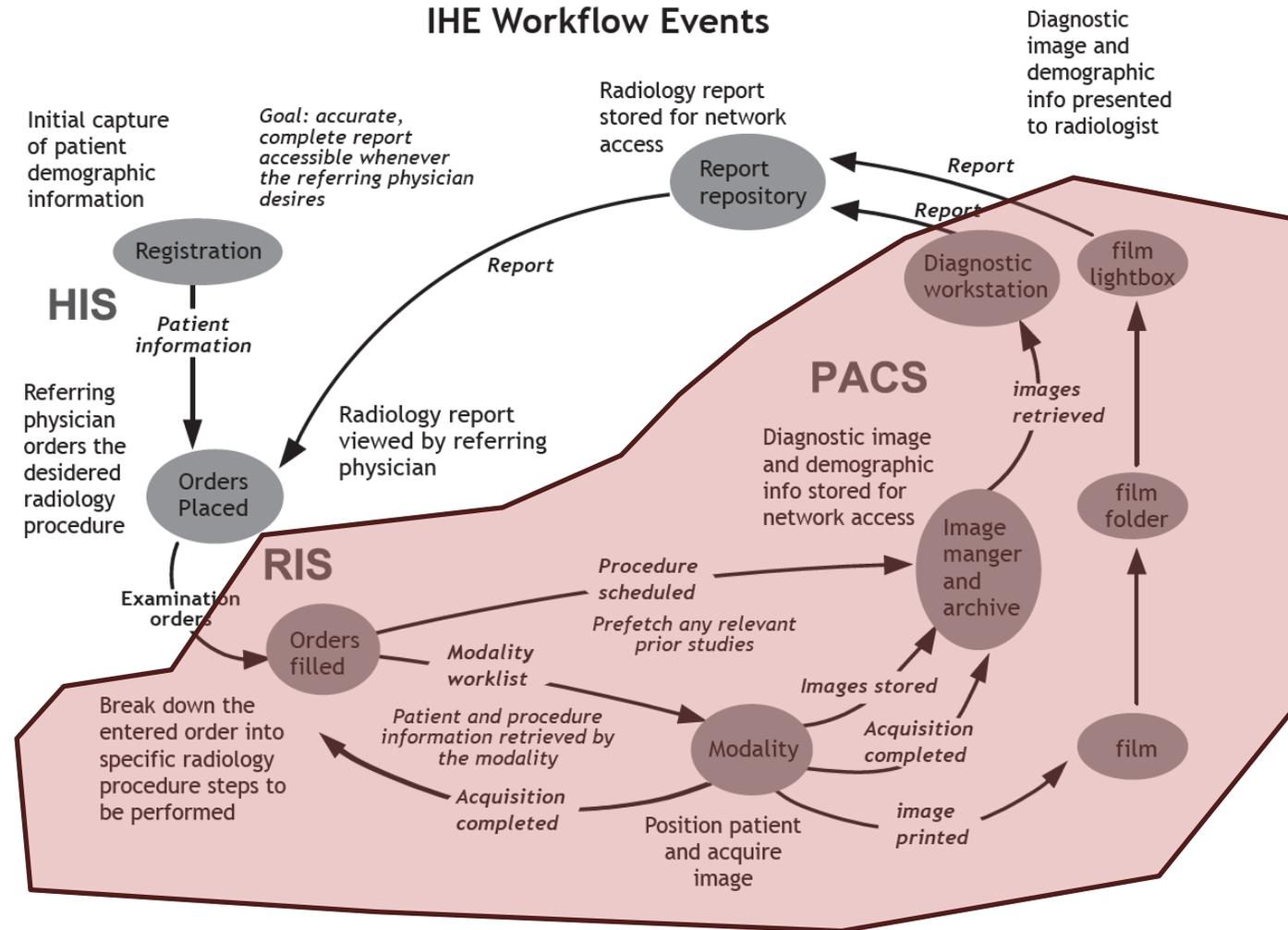
---

ISO/OSI Level 1 - Fisico

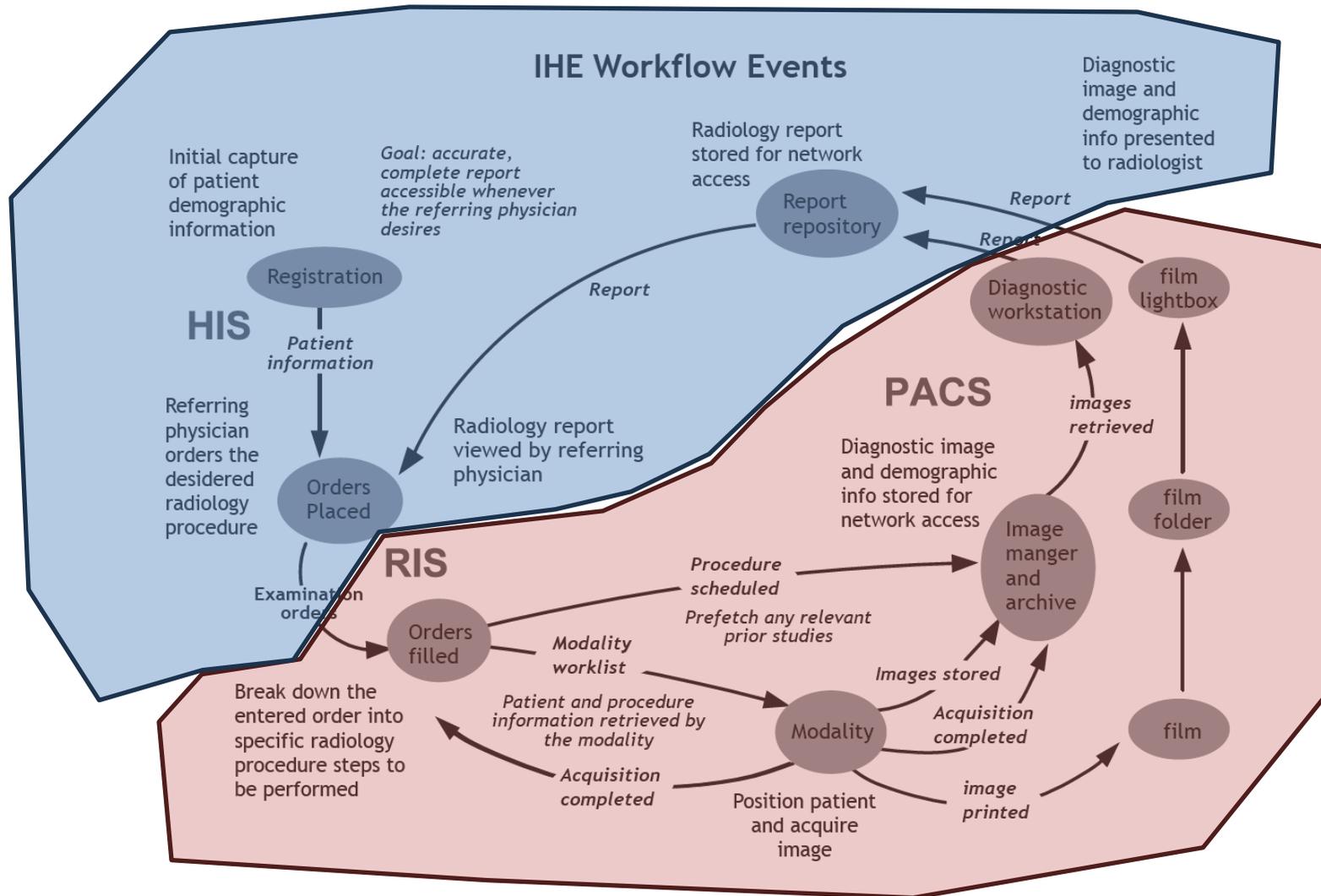
→ **Cavi Ethernet / Fibra / WiFi**

---

# Schema del flusso



# Schema del flusso



# Health Level 7 (HL7)

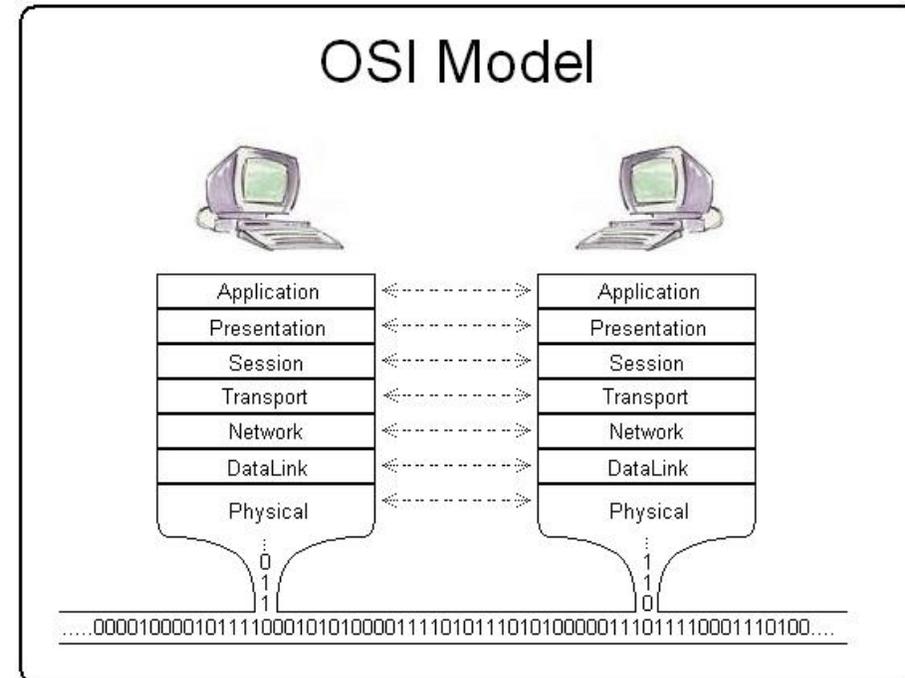
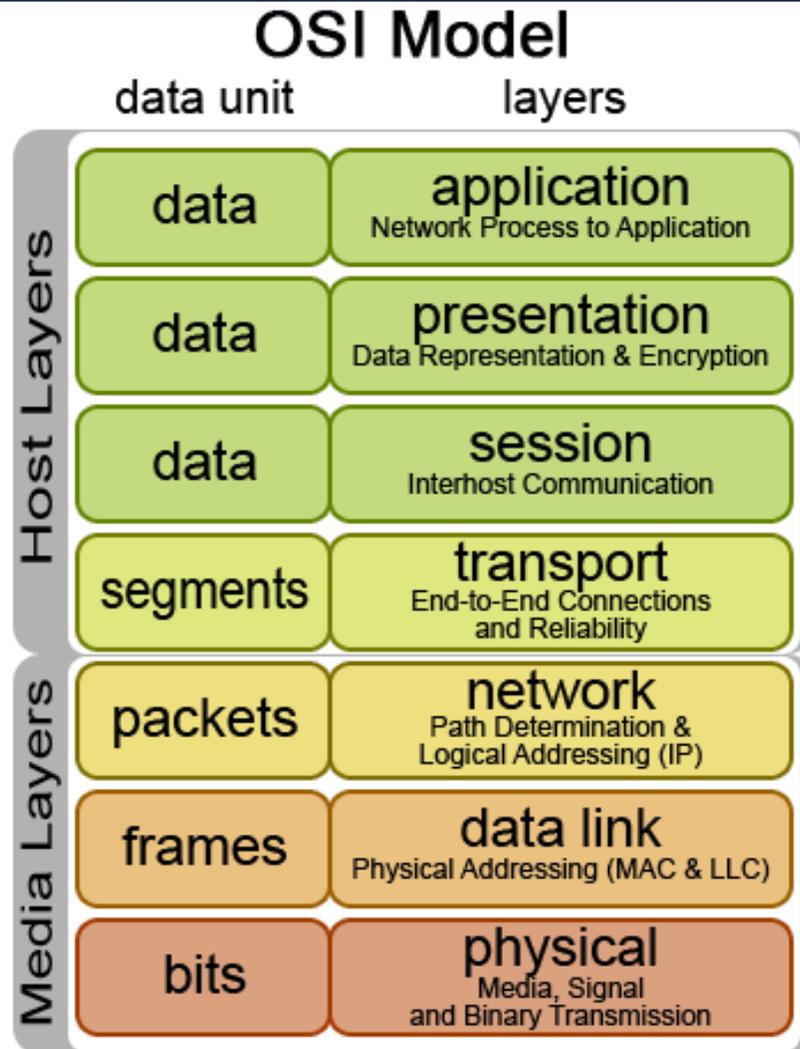


## Health Level Seven International

[www.hl7.org](http://www.hl7.org)

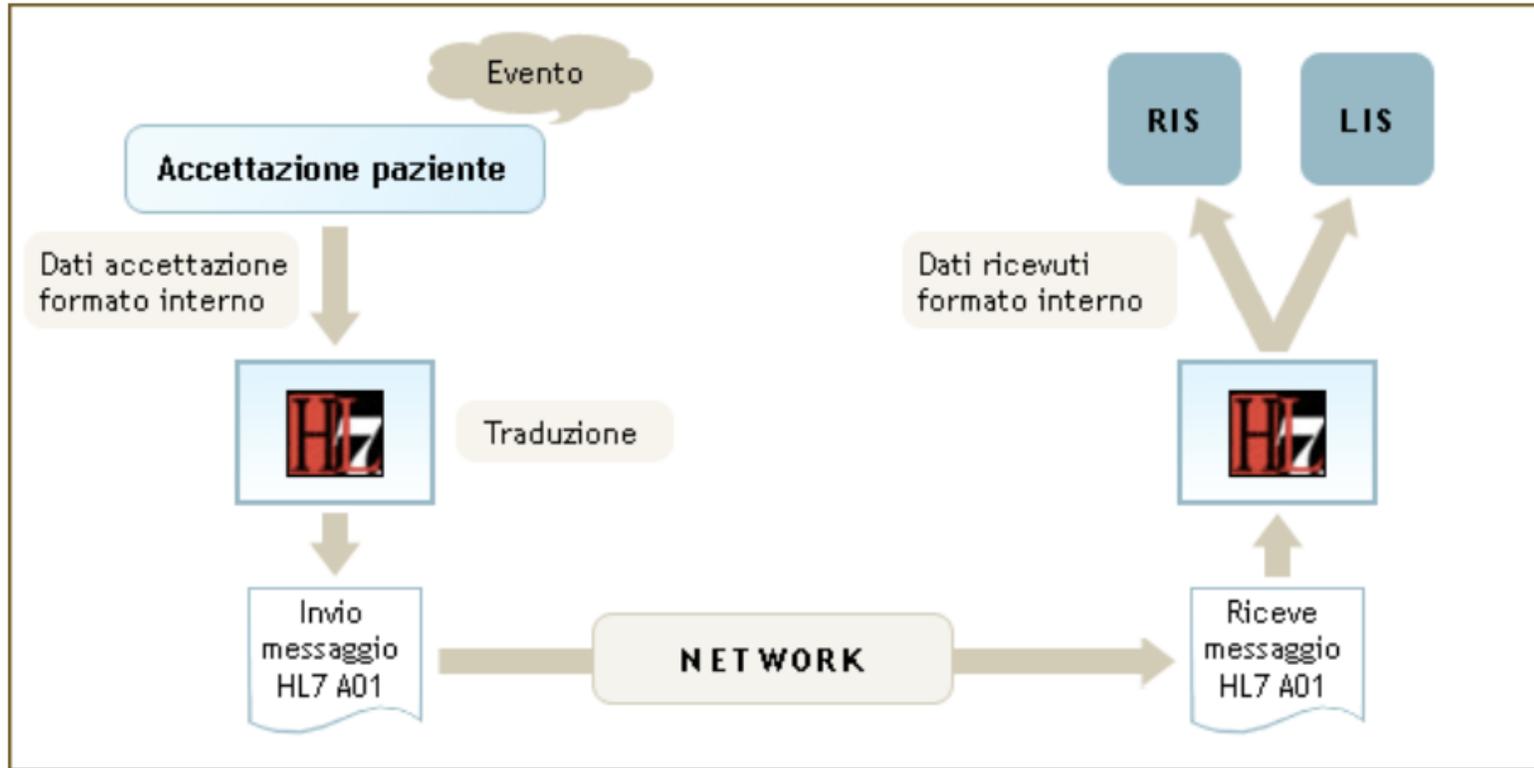
Fondata nel 1987, Health Level Seven International (HL7) è un'organizzazione senza scopo di lucro accreditata da ANSI (American National Standards Institute) e dedicata allo sviluppo di standard. **Il suo obiettivo è fornire un quadro completo e standard correlati per lo scambio, l'integrazione, la condivisione e il recupero di informazioni sanitarie elettroniche, supportando la pratica clinica, la gestione, l'erogazione e la valutazione dei servizi sanitari.** I membri di HL7, oltre 2.300, includono circa 500 membri aziendali che rappresentano più del 90% dei fornitori di sistemi informativi per il settore sanitario.

# Health level 7: definizione



“Level 7” si riferisce al modello ISO-OSI «application level» (Open System Interconnection)

# HL7 v2: SCAMBIO DI MESSAGGI



L7 Applicazione  
HL7v2 Messages

L6 Presentazione  
MLLP (VT...FS/CR)

L5 Sessione  
TCP Socket Session

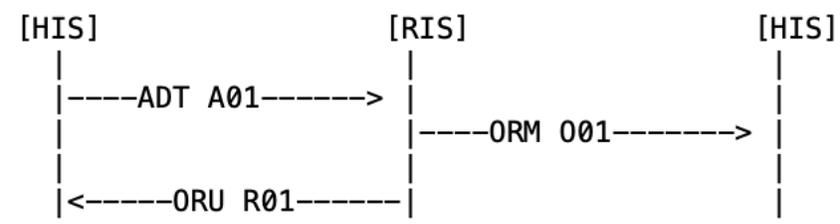
L4 Trasporto  
TCP

L3 Rete  
IP

L2 Collegamento Dati  
Ethernet Frame

L1 Fisico  
Cavo / Fibra / WiFi

# HL7



## ADT A01 — Registrazione paziente

```
MSH|^~\&|HIS|HOSPITAL|RIS|RADIOLOGY|20250426100000||ADT^A01|MSG001|P|2.3
EVN|A01|20250426100000
PID|1||12345^^^ANAGRAFE^PI||Rossi^Mario||19800101|M||Via Roma 10^^Roma^^00100^IT||3391234567
PV1|1|E|EMERGENCY^ROOM|||||||12345|||||||20250426100000
```

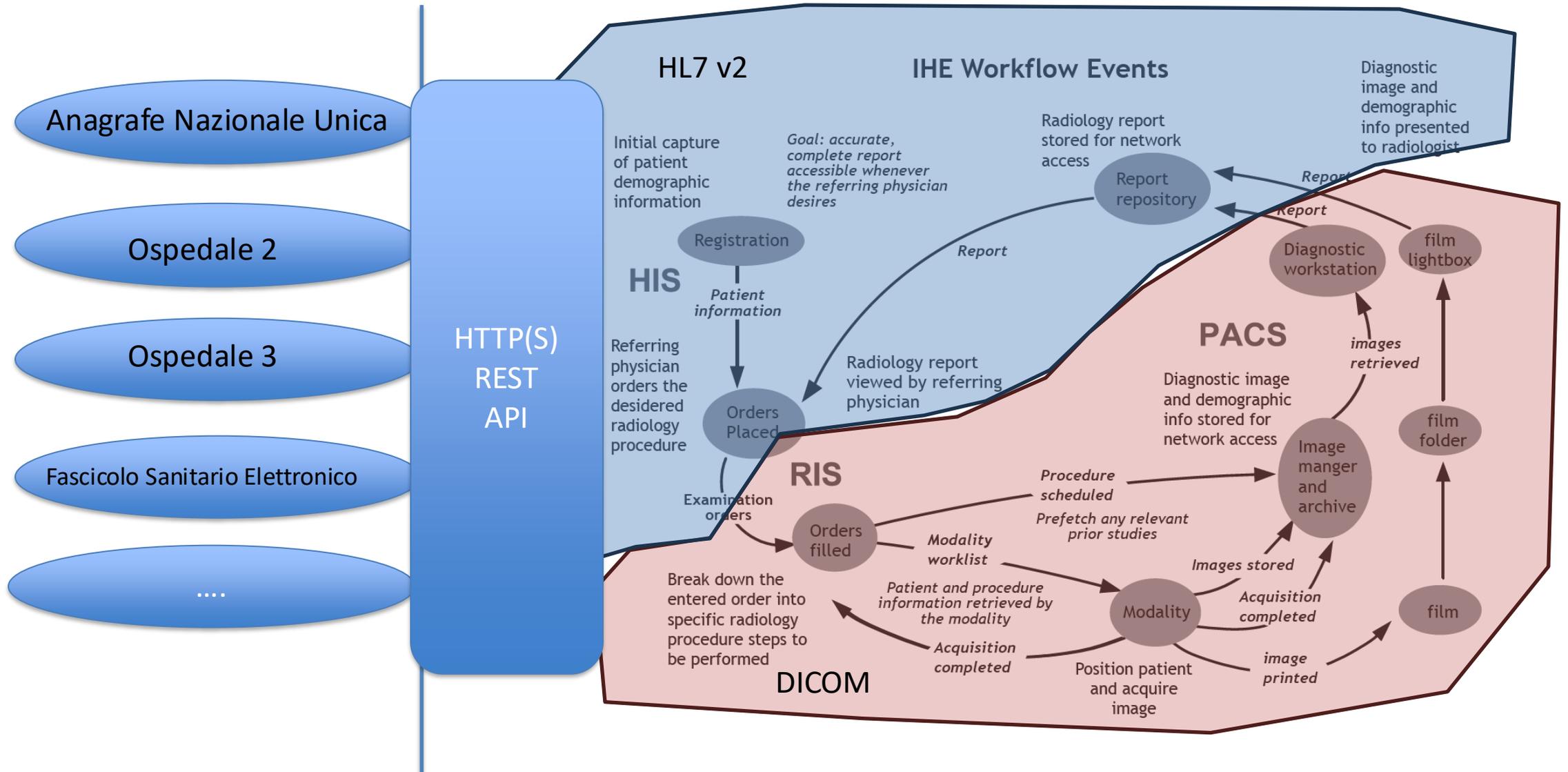
## ORM 001 — Ordine esame (TAC addome)

```
MSH|^~\&|CUP|HOSPITAL|RIS|RADIOLOGY|20250426101500||ORM^001|MSG002|P|2.3
PID|1||12345^^^ANAGRAFE^PI||Rossi^Mario||19800101|M||Via Roma 10^^Roma^^00100^IT
ORC|NW|ORD0001|ORD0001||SC|||20250427103000||^Dr.Bianchi^Marco
OBR|1|ORD0001|ORD0001|CT ABDOMEN||20250427103000|||||^Dr.Bianchi^Marco|||||CT|||||
```

## ORU R01 — Referto radiologico

```
MSH|^~\&|RIS|RADIOLOGY|HIS|HOSPITAL|20250426120000||ORU^R01|MSG003|P|2.3
PID|1||12345^^^ANAGRAFE^PI||Rossi^Mario||19800101|M||Via Roma 10^^Roma^^00100^IT
OBR|1|ORD0001|ORD0001|CT ABDOMEN||20250427103000
OBX|1|TX|CTREPORT||TAC addome senza alterazioni rilevabili.|||||F
```

# Schema del flusso



# Troubleshooting pratico

- Capire cosa succede tra Modalità, PACS, RIS e HIS
- Comunicare in modo corretto con il Servizio Tecnico
- Capire chi chiamare: rete, PACS admin, tecnico modality
- Diagnosticare problemi in autonomia
- Ridurre il tempo di fermo macchina e migliorare l'assistenza al paziente

# Cosa succede a ogni livello ISO/OSI

- Livello 1: Fisico - Cavi, Fibra, WiFi
- Livello 2: Collegamento Dati - Ethernet Frame
- Livello 3: Rete - IP Routing
- Livello 4: Trasporto - TCP (porta 104 DICOM, 2575 HL7)
- Livello 5: Sessione - DICOM Association / HL7 TCP Session
- Livello 6: Presentazione - Transfer Syntax DICOM / MLLP HL7
- Livello 7: Applicazione - C-FIND, C-STORE, ORM, ORU, ADT

# Troubleshooting pratico

- Problema: Nessuna rete - Livelli 1-2 - Controllare cavi, switch
- Problema: IP non raggiungibile - Livello 3 - Verifica IP e server
- Problema: Porta TCP non risponde - Livello 4 - Firewall TCP o servizio spento
- Problema: Association fallita - Livello 5 - AE Title errato
- Problema: Transfer Syntax incompatibile - Livello 6 - Contatta PACS o modality
- Problema: Worklist vuota - Livello 7 - Controlla MWL/RIS

# Come identificare e chi chiamare

- Problema fisico (cavi): Chiamare tecnico di rete
- Problema IP/porta: Chiamare IT/Networking
- Problema Association/Worklist: Chiamare PACS o RIS admin
- Problema Modality: Chiamare assistenza tecnica modality

# Esempi pratici di errore

- Errore: IP non raggiungibile - Server spento o IP errato
- Errore: Sincronizzazione fallita con PACS - Timeout TCP o AE Title errato
- Errore: Worklist vuota - RIS giù o query errata

# Conclusione e Q&A

Spazio per domande e discussione finale.