



UNA  
**COMUNITÀ  
CHE CURA**

**DALL'IDEA ALL'AZIONE**

CERNOBBIOSCHOOL2025

# *Le analisi delle immagini mediche: impatto sulle organizzazioni e sulle risorse umane*

Roberto Orecchia

Direttore Scientifico, Istituto Europeo di Oncologia, IEO-IRCCS

Professore Emerito Università di Milano

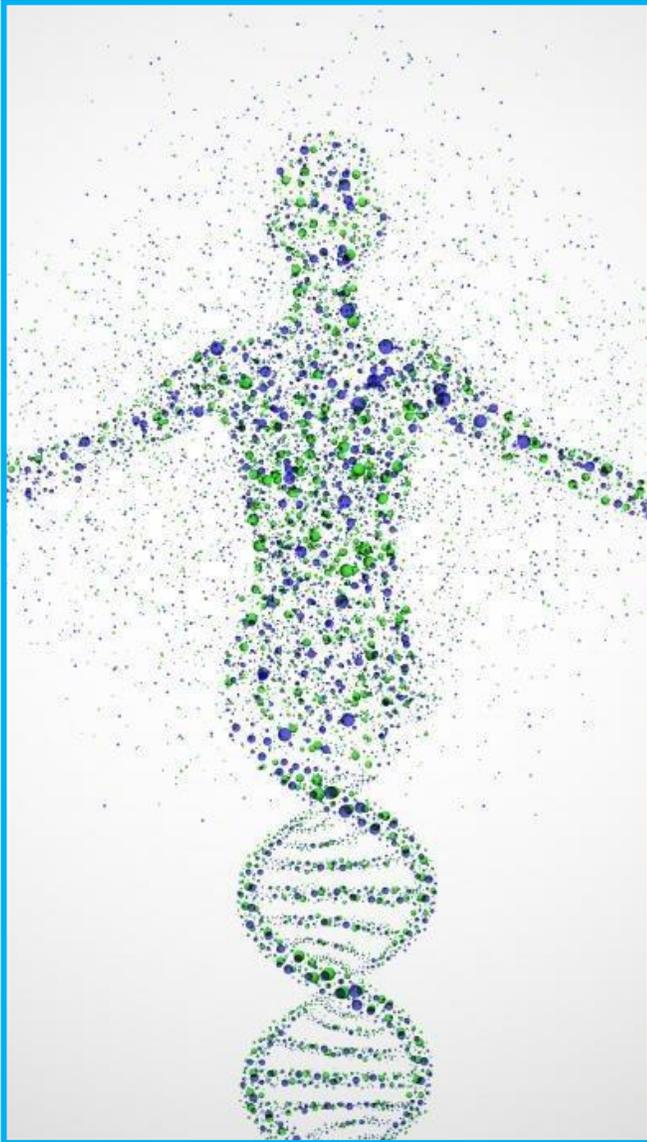
Cernobbio, Villa Erba, 20 Febbraio 2025





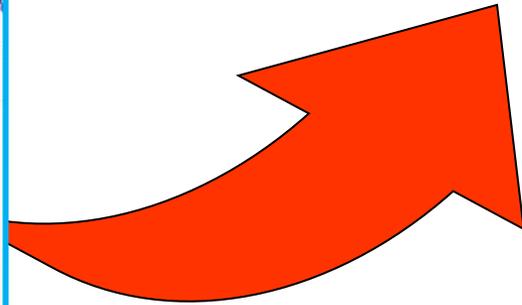
# **Imaging in Oncologia**

# L'oncologia oggi

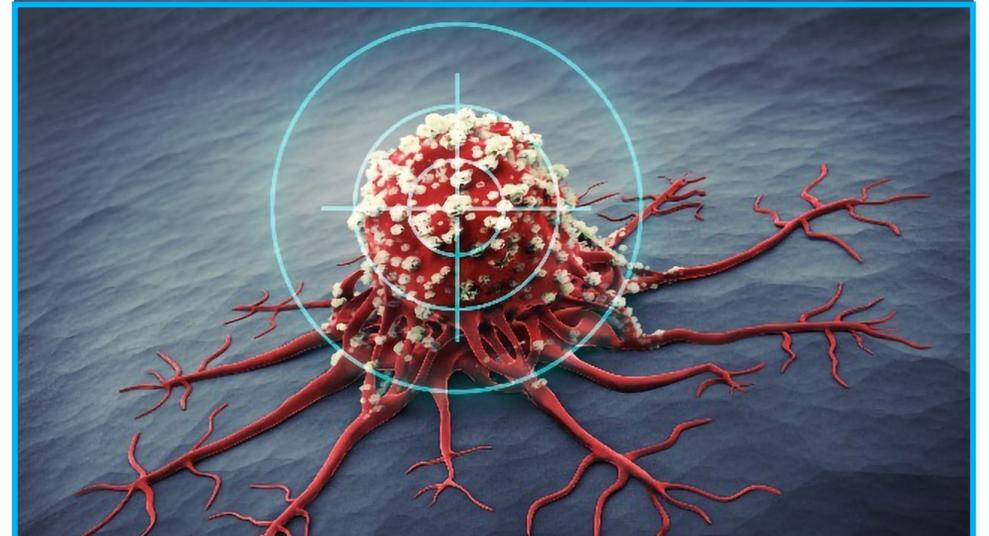


**Personalized Oncology**

**Precision Oncology**



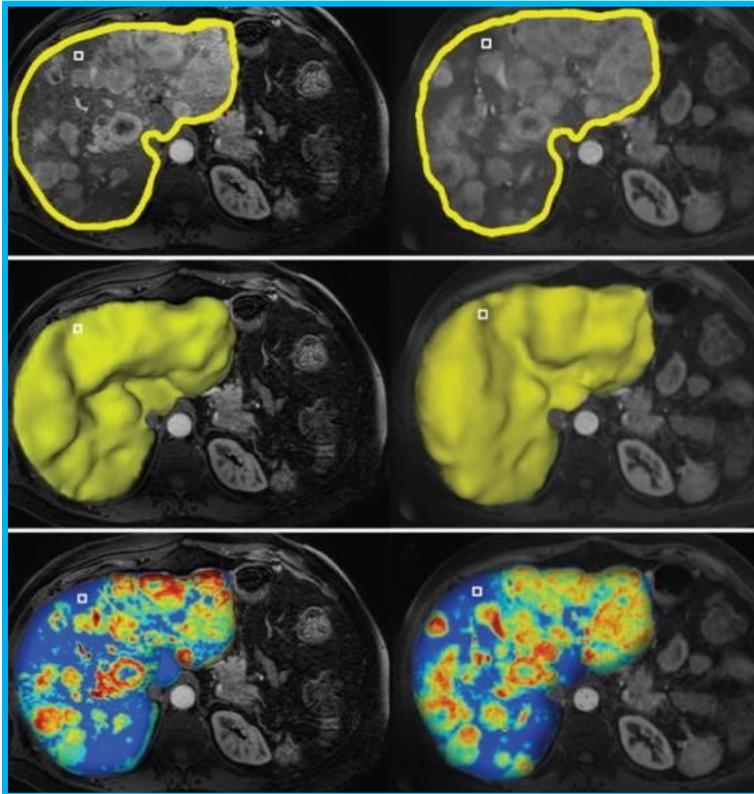
*filrouge*



**Target Therapy**

## Il ruolo dell'Imaging medicale in oncologia

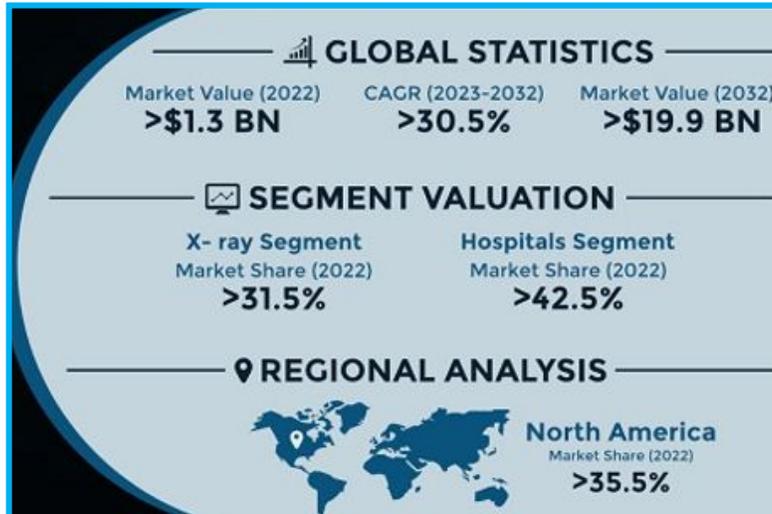
**L'Imaging digitale non è una semplice fotografia, ma una fonte di dati**  
**Aumento degli strumenti di riconoscimento dei modelli**  
**Aumento delle dimensioni dei set di dati**



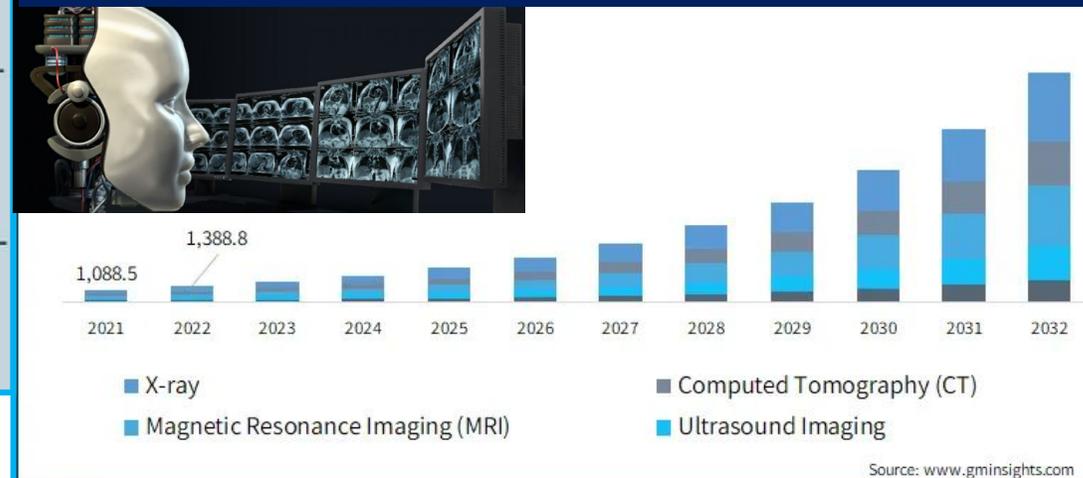
- «Biological Imaging»
- Sequenze multi-parametriche, agenti che migliorano il contrasto traccianti radioattivi
- Prevenzione, diagnosi, trattamento, e follow-up

# Le attese del mercato

**Corrispondente crescita del mercato globale  
38.034 miliardi di USD nel 2022, 53.344 entro il 2028  
Tasso di crescita annuo composto del 5.8%**

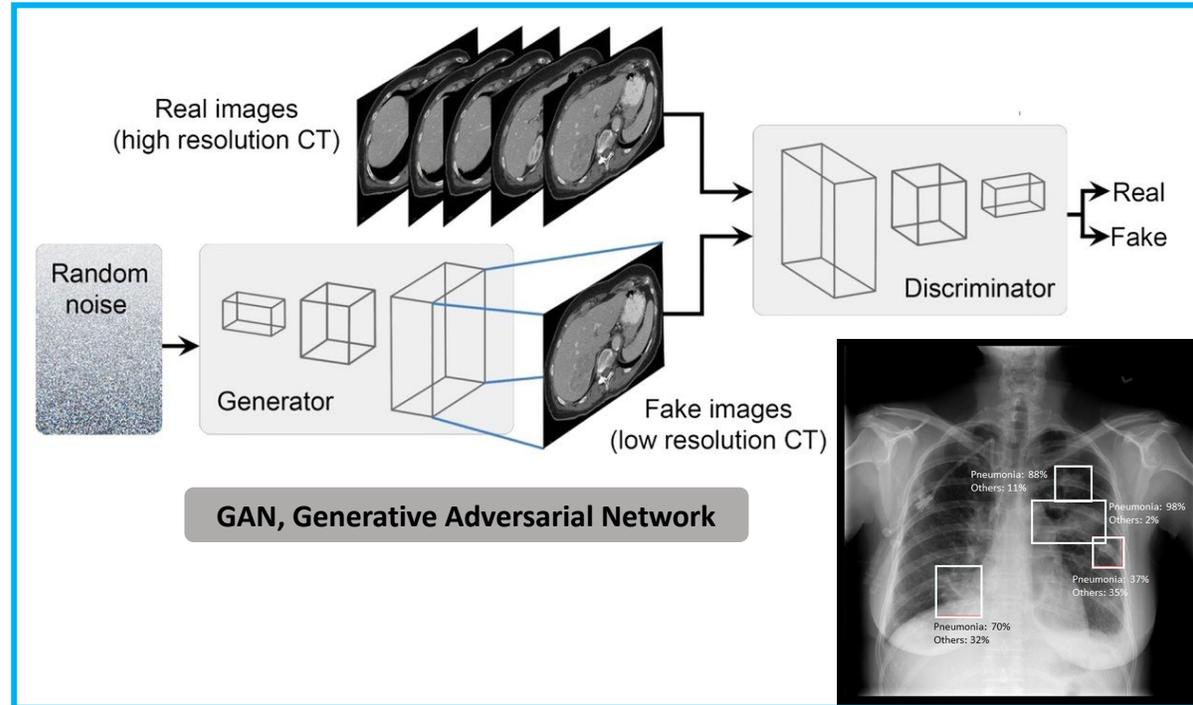
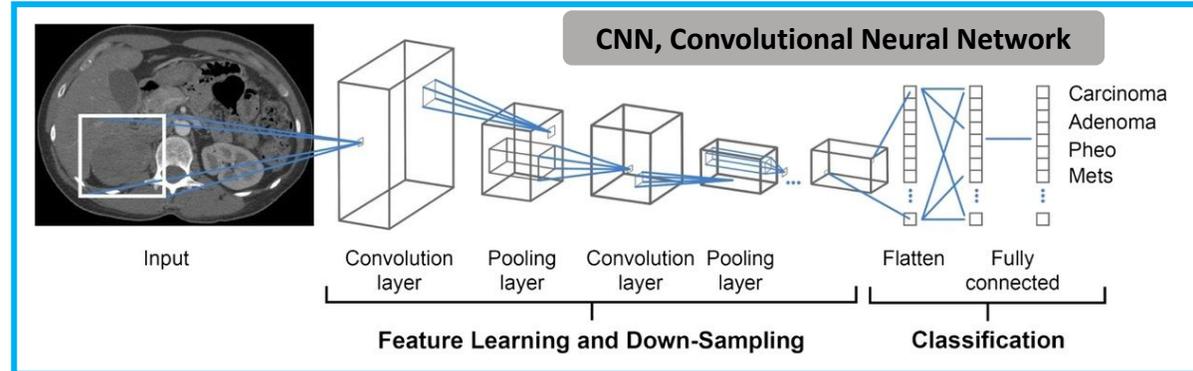
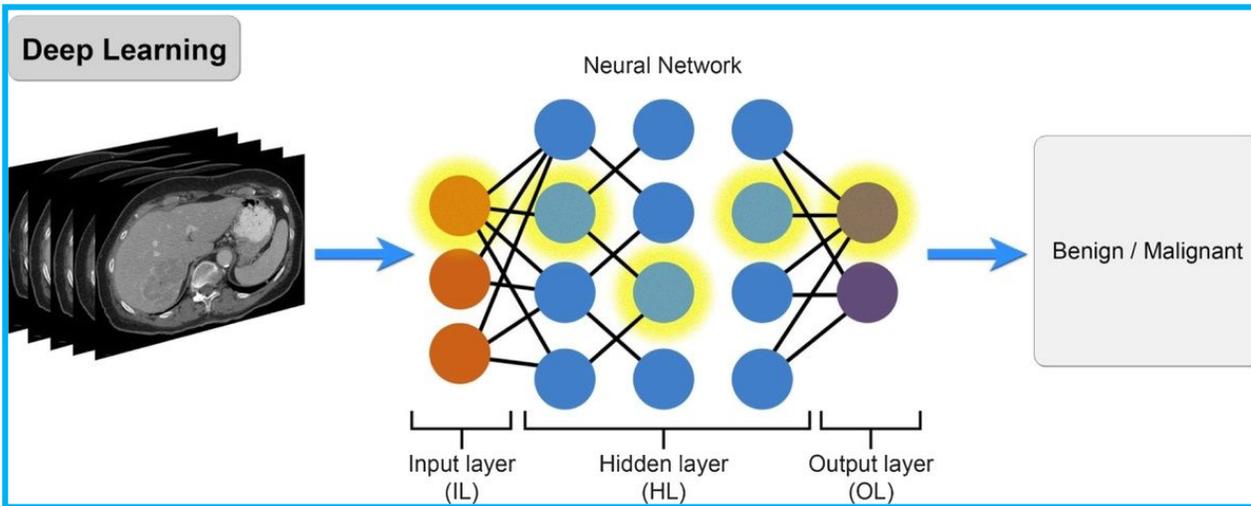
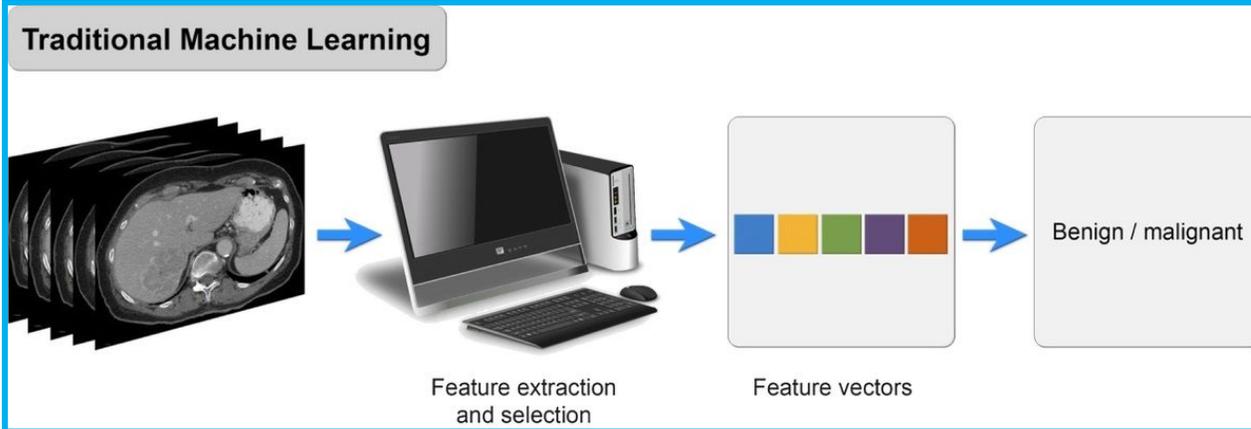


## AI nel mercato dell'Imaging medicale 2021-2032 (USD Million)



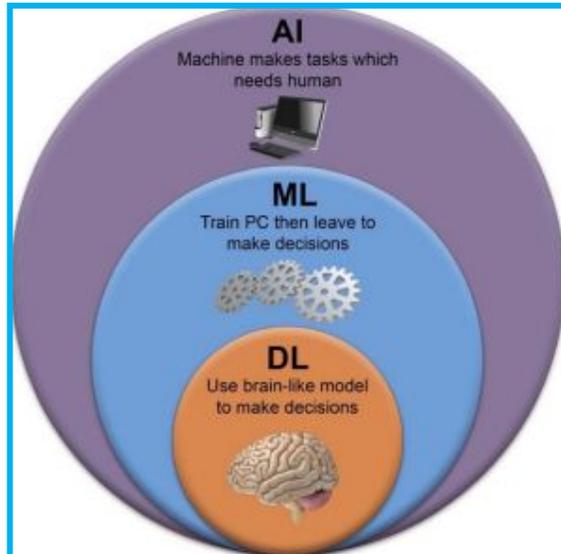
**Dispositivi medicali "AI-associated" approvati dalla FDA per l'oncologia:  
>80% nell'area della diagnostica (55% nell'Imaging)**

# Stato dell'arte della AI nel campo dell'Imaging medicale



# Applicazioni dell'AI nell'Imaging medicale

**Applicazione più utilizzata: Computer-Aided Diagnosis (CAD)**  
**Cambio di paradigma grazie allo sviluppo di nuovi e robusti algoritmi per AI and Machine/Deep Learning (ML&DL)**



- **Classificazione delle immagini**
- **Rilevamento di anomalie/lesioni**
- **Segmentazione delle immagini**
- **Analisi quantitative (features)**

- **Controlli di Qualità**
- **Organizzazione del Workflow**
- **Reporting**





**Impatto sulle  
organizzazioni**

# Implementazione di High-Tech e AI

□ **Approccio strutturato, con pianificazione di infrastrutture/processi**

□ **Costi**

- Infrastrutture tecnologiche robuste (PACS, RIS, DICOM, HL7, LLM, LMM)
- Manutenzione dei sistemi
- Aggiornamenti continui
- Protocolli di validazione standardizzati
- Sistemi integrati di gestione dati
- Protocolli di sicurezza avanzati

□ **Formazione del personale**

□ **Privacy e Sicurezza**

- Protezione contro accessi non autorizzati
- Conformità con le normative
- Gestione sicura dei dati sensibili
- Prevenzione di discriminazioni algoritmiche
- Definizione delle responsabilità professionali

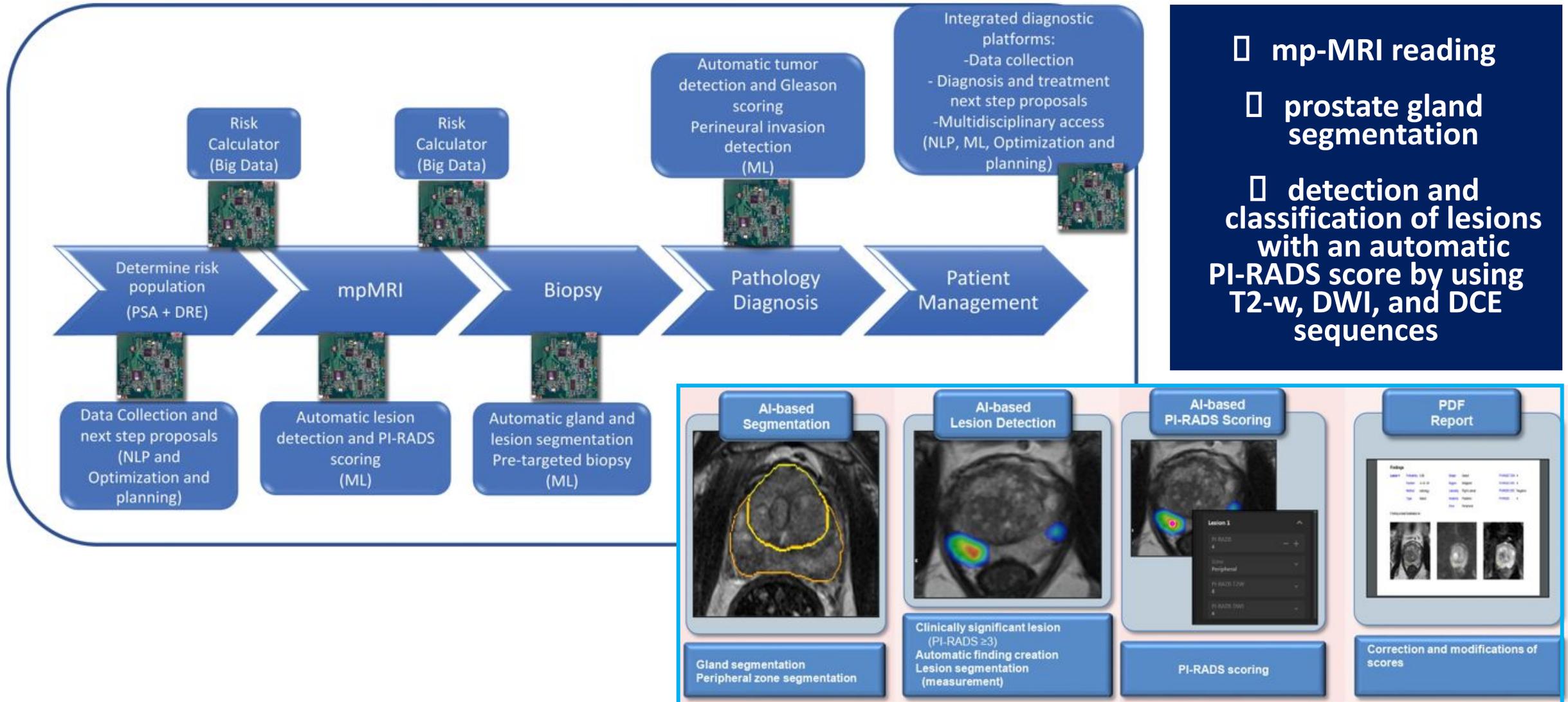
## Risultati sugli aspetti diagnostici e valutazioni economiche

Aspetto Diagnostico	Impatto dell'IA
Precisione Diagnostica	Miglioramento del 5-10%
Efficienza Operativa	Aumento del 30-50%
Tempo di Elaborazione	Riduzione significativa

### □ Valutazioni economiche

- L'implementazione dell'AI potrebbe portare a un risparmio di **21,74 miliardi di euro** all'anno in Italia, nonostante i costi iniziali significativi
  - Nel 2023, solo il **26%** delle aziende sanitarie italiane prevedeva di investire in AI, e appena il **4%** intendeva utilizzare i fondi del PNRR per questo scopo
    - Il fenomeno della "black box" rimane una preoccupazione
- Gli algoritmi forniscono risposte difficili da interpretare, creando sfide nell'accettazione clinica e nella responsabilità professionale

# Diagnosi AI assistita del carcinoma della prostata



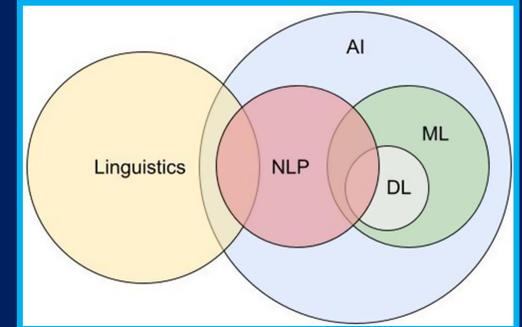
- mp-MRI reading
- prostate gland segmentation
- detection and classification of lesions with an automatic PI-RADS score by using T2-w, DWI, and DCE sequences

# Organizzazione del Workflow e del Reporting

## □ Ottimizzazione del workflow, e pianificazione dei pazienti e dello staff

## □ Natural Language Processing (NLP)

- Intersezione di linguistica, computer science, e AI
- Offre soluzioni per convertire testi non strutturati
- Dati normalizzati e strutturati per analisi/algoritmi



## □ Come NLP può aiutare i radiologi

- Supporto alle decisioni cliniche
- Crescita della produttività
- Miglioramento dell'accuratezza
- Report dei risultati critici e raccomandazioni
- Etichettatura di immagini chiave
- Trasformazione multilingua, errori di ortografia, sinonimi, abbreviazioni
- Reporting in versioni differenti
- Integrazione con le Unità multidisciplinari

- Approvazione normativa
- Rimborsi/contabilità
- Hospital Information System

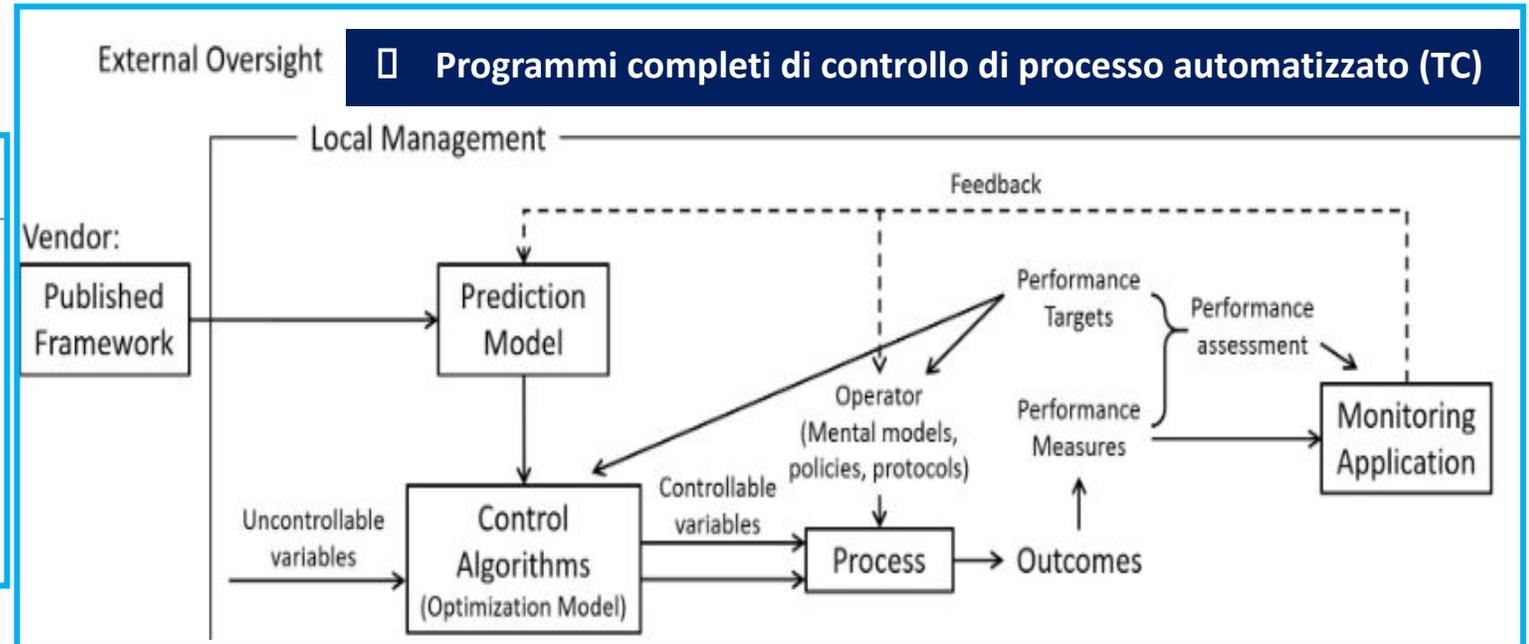
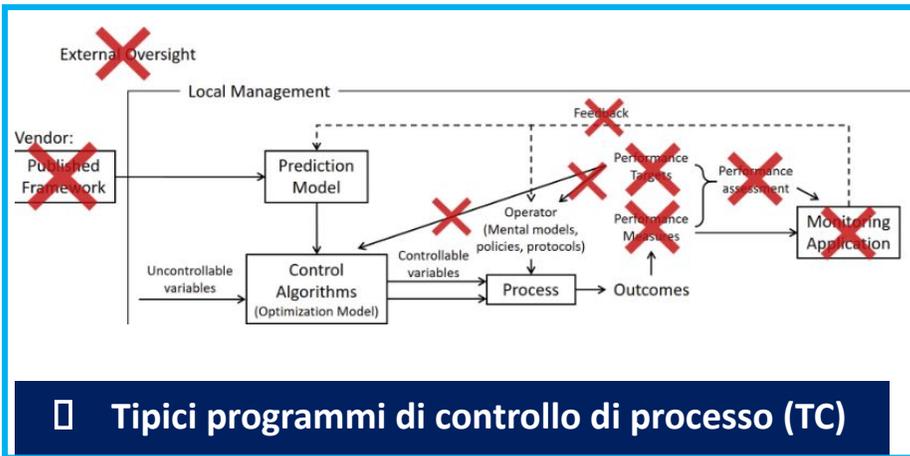
# Controlli di Qualità

## ▣ Selezione dei protocolli di studio per immagini

- La combinazione di modelli ML e DL consente di selezionare protocolli di studio appropriati, basati su segni e sintomi dei pazienti e precedenti indagini di Imaging (accuratezza del 94%, Solin JH et al, SIIM, 2017)

## ▣ Qualità delle immagini e parametri di riferimento

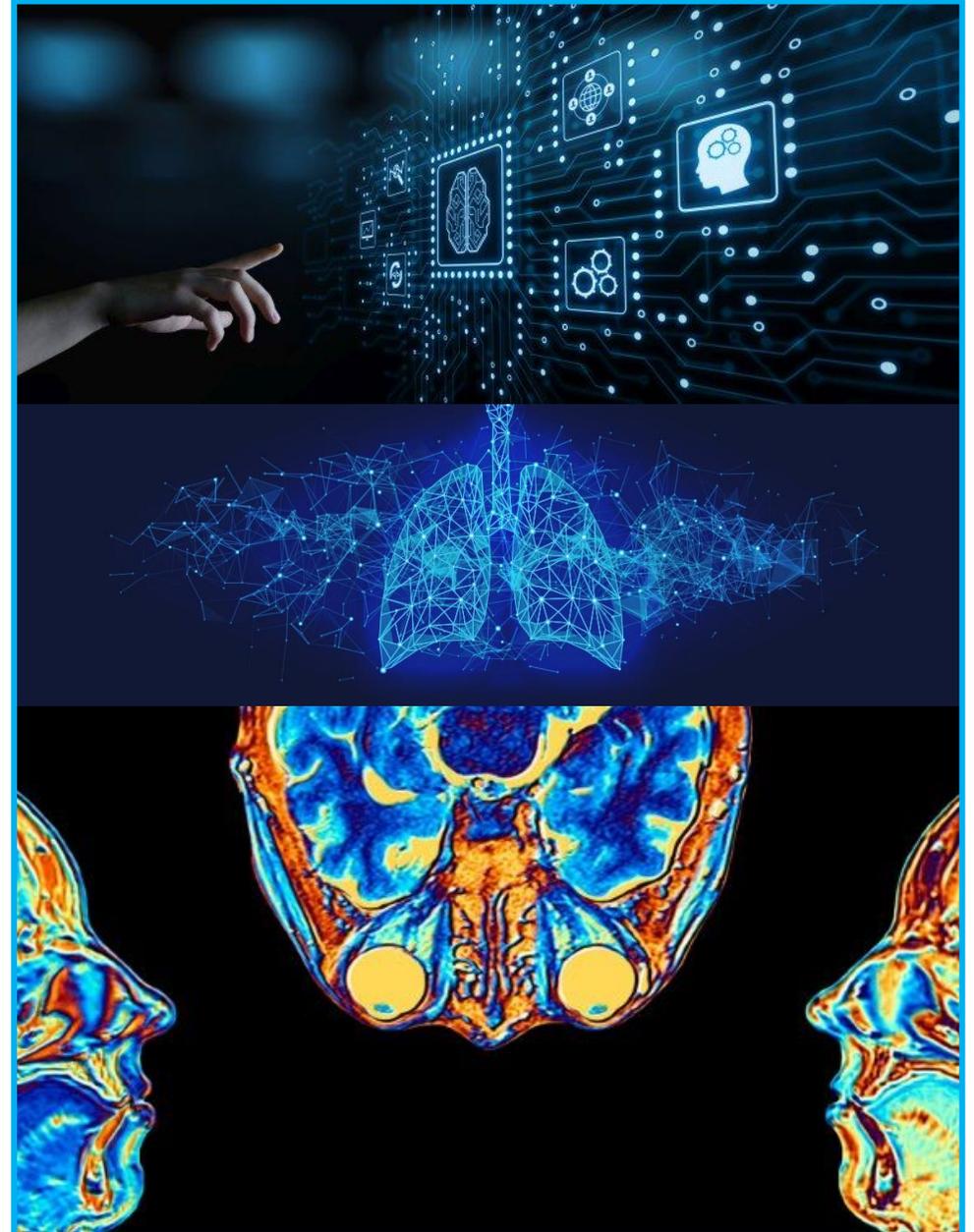
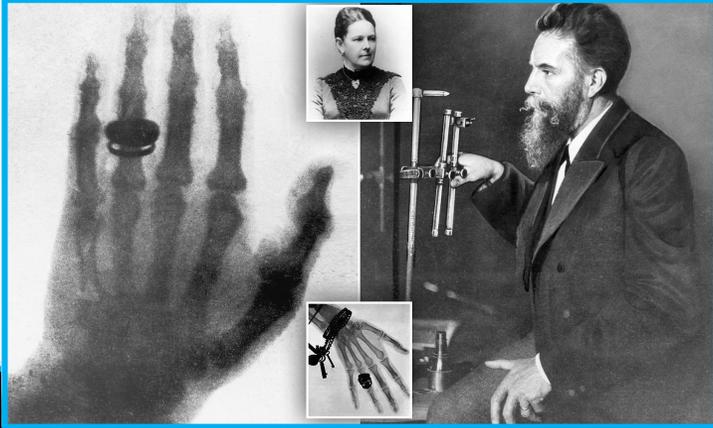
- Il controllo di multipli parametri di riferimento (adeguatezza dell'esposizione, penetrazione, artefatti, ..) possibilmente immediatamente dopo l'esecuzione di TC/RM utilizzando CNN, può eliminare la necessità di riprogrammare il paziente o la revisione manuale (Lee JH et al, Med Imaging 2018; Hagiwara A, Am J Neuroradiol 2019)



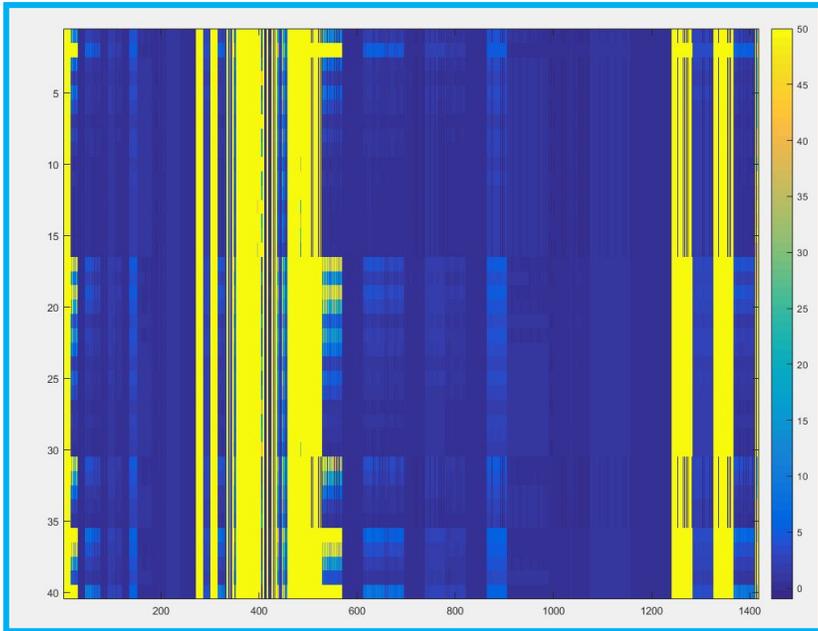


**Impatto sulle  
risorse umane**

# Dalle vecchie alle nuove immagini ....

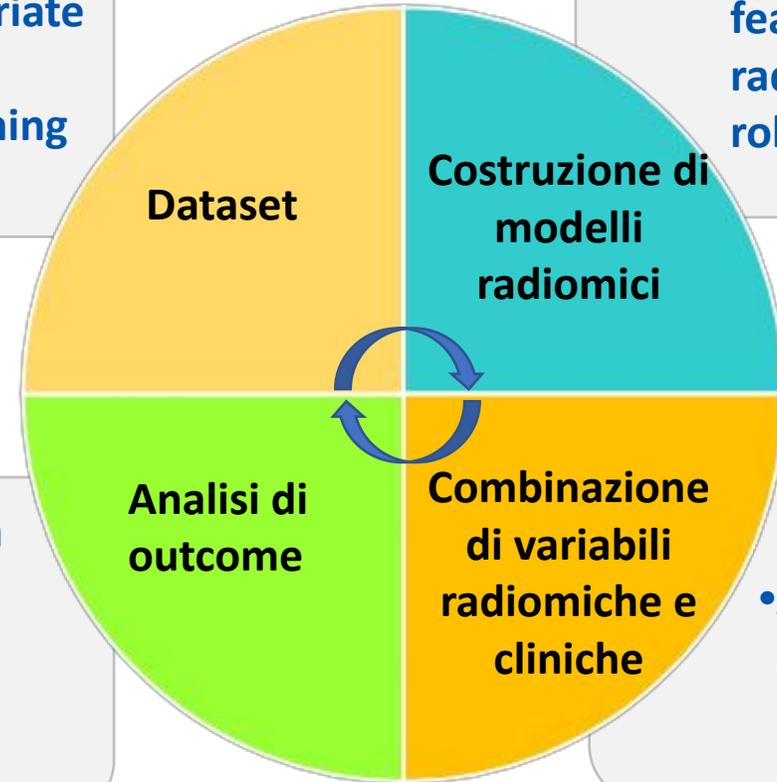


# La stanza di lettura del Radiologo del futuro



- Identificazione di coorti appropriate di pazienti
- Analisi in training and test set

- Early detection
- Diagnosi
- Biologia
- Risposta
- Tossicità



- Selezione di feature radiomiche robuste

- Analisi statistiche (ROC...)

**Goal: conversione dei dati dalle immagini digitali in features quantitative interfacciabili con le conoscenze di base e cliniche per aumentare l'accuratezza diagnostica e la potenza predittiva**

## Formazione del Personale

- **Formazione come elemento cruciale della transizione**
- **Preparazione insufficiente a partire dagli studenti**

<b>Aspetto Formativo</b>	<b>Obiettivo</b>
Competenze Tecniche	Utilizzo pratico degli strumenti IA
Interpretazione Dati	Analisi dei risultati algoritmici
Gestione Clinica	Integrazione IA nel processo decisionale

## Cluster omici

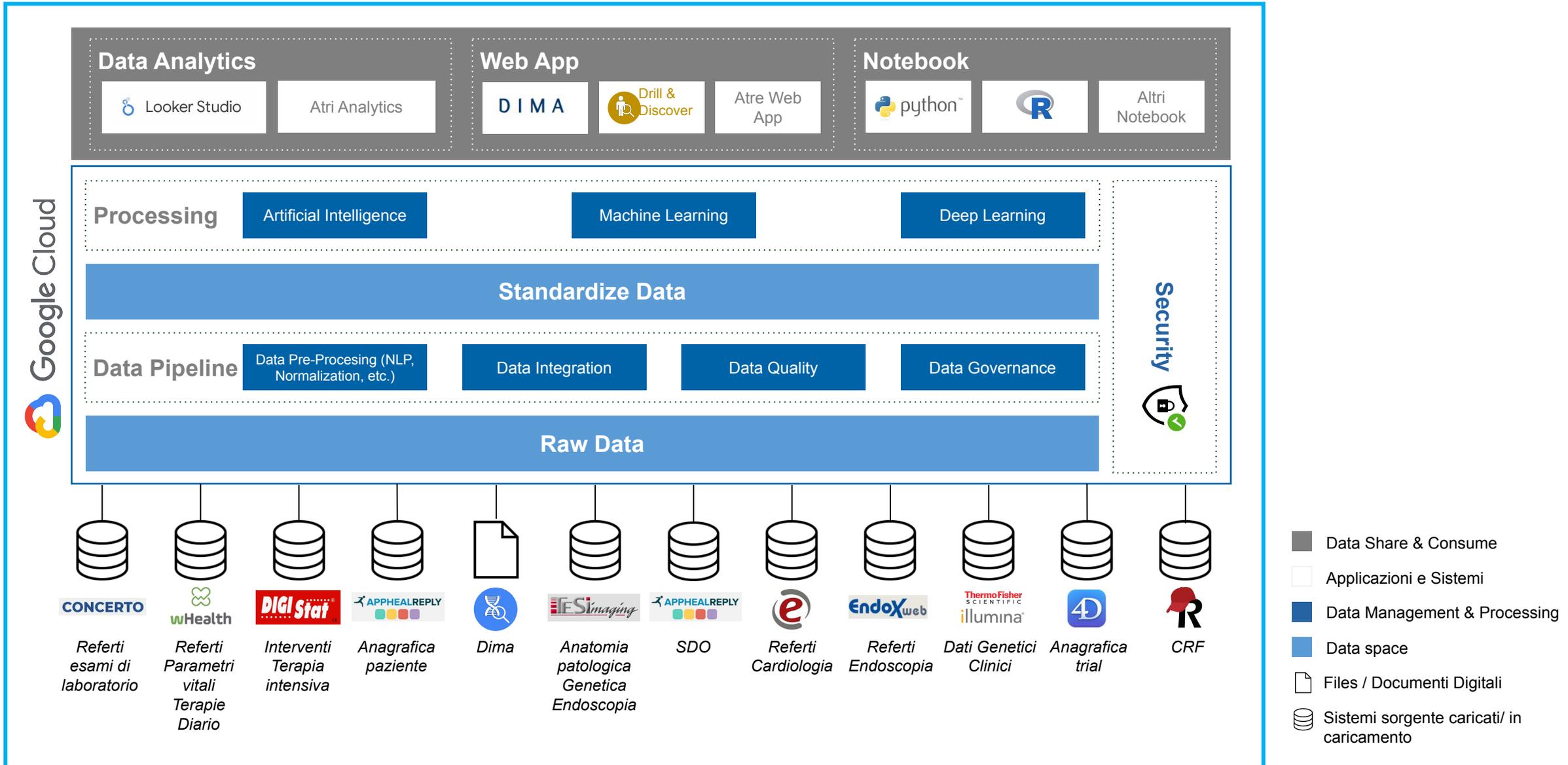
- Genomica
- Proteomica
- Metabolomica
- Immunomica
- Radiomica
- Radiogenomica
- Dosiomica
- .....



**Un esempio di  
cosa di può fare**

**...**

# Clinical Data Platform



# Progetto: NPL per strutturare diagnosi e biomarcatori

## Sviluppo e validazione di un algoritmo NLP-based per l'estrazione automatica di feature cliniche e patologiche di carcinoma della mammella dai report della AP

### REPORT SENOLOGIA PATHOX

Applicazione del modello NLP a tutti i referti dello storico



SCELTA DELL'ESAME

NUMERO ISTOLOGICO

INSERISCI NUMERO ISTOLOGICO

Enter a value

REFERATO CORRISPONDENTE

Referto 23-I-21456  
La determinazione immunocitochimica dell'assetto recettoriale e della frazione proliferante è in corso.  
A) Carcinoma duttale a medio grado di differenziazione. Margine areolare esente da neoplasia.  
B) Micrometastasi di carcinoma ad un linfonodo sentinella. Ulteriore linfonodo sentinella esente da metastasi.  
Materiale inviato:  
A) Quadrante infero-esterno/solco mammario della mammella di destra. B) Linfonodi sentinella del cavo ascellare di destra.  
Descrizione macroscopica:  
A) Quadrante mammario orientabile di 5,5x5,2 cm, con una losanga cutanea di 3,3x0,5 cm ed una neoplasia parenchimale di 1,9 cm di asse maggiore, che dista almeno 1 cm dai margini di resezione (A-3: Neoplasia; A4: Margine areolare).  
B) Due linfonodi sentinella, il maggiore di 1,3 cm.

Referto 23-I-21429  
La determinazione immunocitochimica dell'assetto recettoriale e della frazione proliferante è in corso.  
A) Carcinoma duttale scarsamente differenziato. Quadranti inferiori esenti da neoplasia.  
B) Esente da neoplasia.  
C,D) Micrometastasi di carcinoma al linfonodo sentinella. Linfonodo di I livello esente da metastasi.  
Materiale inviato:  
A) Mammella di destra. B) Tessuto retro-areolare della mammella di destra. C) Linfonodo sentinella del cavo ascellare di destra. D) Linfonodo di I livello del cavo ascellare di destra.

RISULTATO DEL MODELLO DI NATURAL LANGUAGE PROCESSING

NUMERO_IST...	LATO	ISTOTIPO	ER	PGR	HER2	KI67	DIAMETRO	DIAMETRO_IS...
23-I-21456	Destra	carcinoma duttale	null	null	null	null	1.9	null
23-I-21429	Destra	carcinoma duttale	null	null	null	null	null	null
23-I-21409	Destra	negativo (benign...	null	null	null	null	null	null
23-I-21386	Sinistra	None	null	null	null	null	null	null
23-I-21367	Sinistra	neoplasia lobular...	null	null	null	null	2.3	null

NUMERO_ISTOLOGI...	GRADO	PN	PT	N_LINFONODI
23-I-21456	2	1mi(sn)	1c	null
23-I-21429	3	1mi	2	null
23-I-21409	null	0(+,sn)	0	null

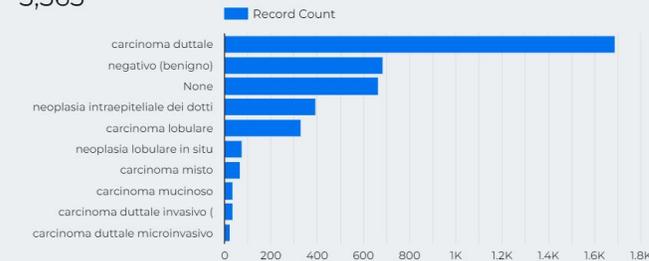
ULTERIORI PARAMETRI INTERESSANTI

### ANALISI STATISTICHE PATHOX

Statistiche Senologia Storico



REFERTI ESAMINATI  
3,365



VALORI MEDI

DIAMETRO	DIAMETRO_ISTOLOGICO
2.43	0.76
ER	PGR
80.79	47.42
HER2	KI67
0.84	21.38

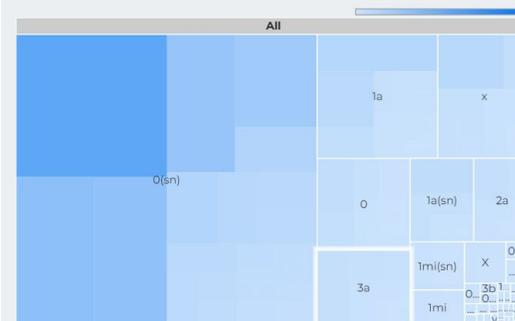
N\_LINFONODI  
5.71

Az | ⚡ | ⋮

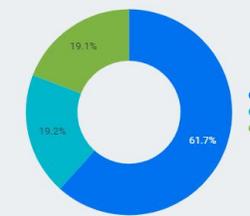
VALORI MEDIANI

DIAMETRO	1.5
DIAMETRO_ISTOLOGICO	0.5
N_LINFONODI	2

INDAGINE SU PN E PT



GRADO

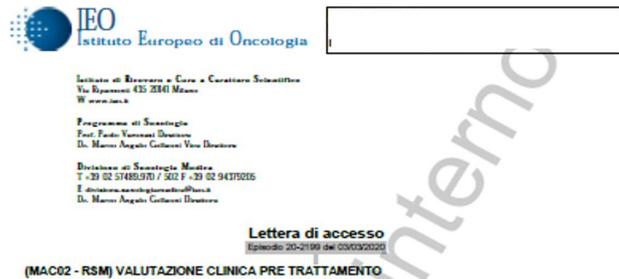


LATO



# Progetto: strumenti di AI (ML) per costruire un database di ricerca

## Identificazione e strutturazione della terapia del paziente dalle lettere di accesso al Day Hospital



Numero terapia	Terapia	Data inizio	Data fine
1	['LHRH analogo']	22/12/2016	03/07/2017
2	['EC', 'Paclitaxel']	23/12/2016	03/07/2017
3	['ViFuP']	19/08/2017	21/12/2017
4	['CMF']	01/03/2018	17/05/2018
5	['CBDCA', 'Gemcitabina', 'CBDCA']	12/07/2018	
6	['Caelyx']	14/02/2019	05/2019
7	['eribulina']	23/05/2019	06.09.19
8	['talazoparib']	21.10.19	2.1.20
9	['docetaxel']	13.1.20	

Dopo la standardizzazione di diagnosi, marcatori e terapia, l'AI viene usata per estrarre e raccogliere dati che popolano il database per analisi retrospettive

370 pazienti, con più di 120 entrate (interventi, terapie, patologie, results, ...)

**Cosa è ancora  
necessario fare ...**

- 1. Studi multidisciplinari e traslazionali**
- 2. Standardizzazione delle tecniche**
- 3. Ottimizzazione della inter-operabilità**
- 4. Disponibilità di Big data e di analiss**
- 6. Formazione, testing e validazione**
- 7. Protezione e cyber-sicurezza sui dai**
- 8. Trasparenza e qualità**

Uno sguardo al futuro ....



***Grazie per l'attenzione !!!!!***

[roberto.orecchia@ieo.it](mailto:roberto.orecchia@ieo.it)

