



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO



IEO
Istituto Europeo
di Oncologia

LE NUOVE FRONTIERE DELLA MAMMOGRAFIA CON MEZZO DI CONTRASTO

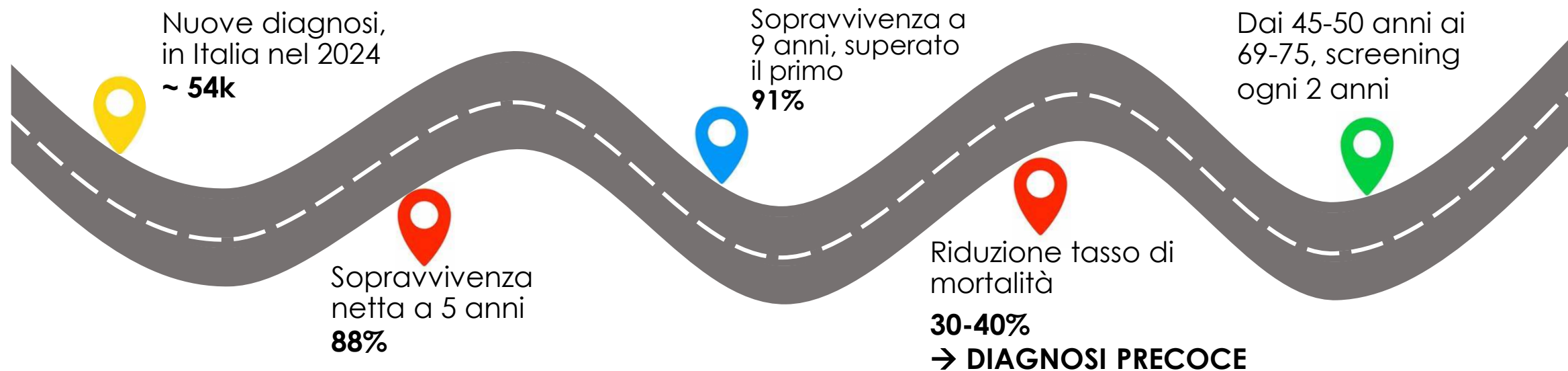
Dott.ssa Giulia Bruschi

LA FISICA SANITARIA AL SERVIZIO DELLE DONNE

ORDINE INTERPROVINCIALE DEI CHIMICI E DEI FISICI DELLA LOMBARDIA

Milano, 8 luglio 2026

Lo screening



Mammografia di screening:

- Esito dubbio



Approfondimento:

- Mammografia
- Ecografia
- Agoaspirato
- Biopsia
- Risonanza magnetica
- Mammografia con mezzo di contrasto

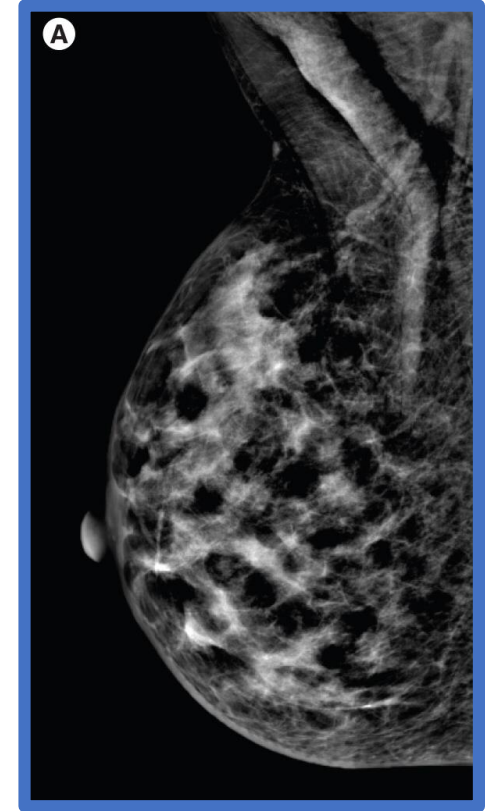
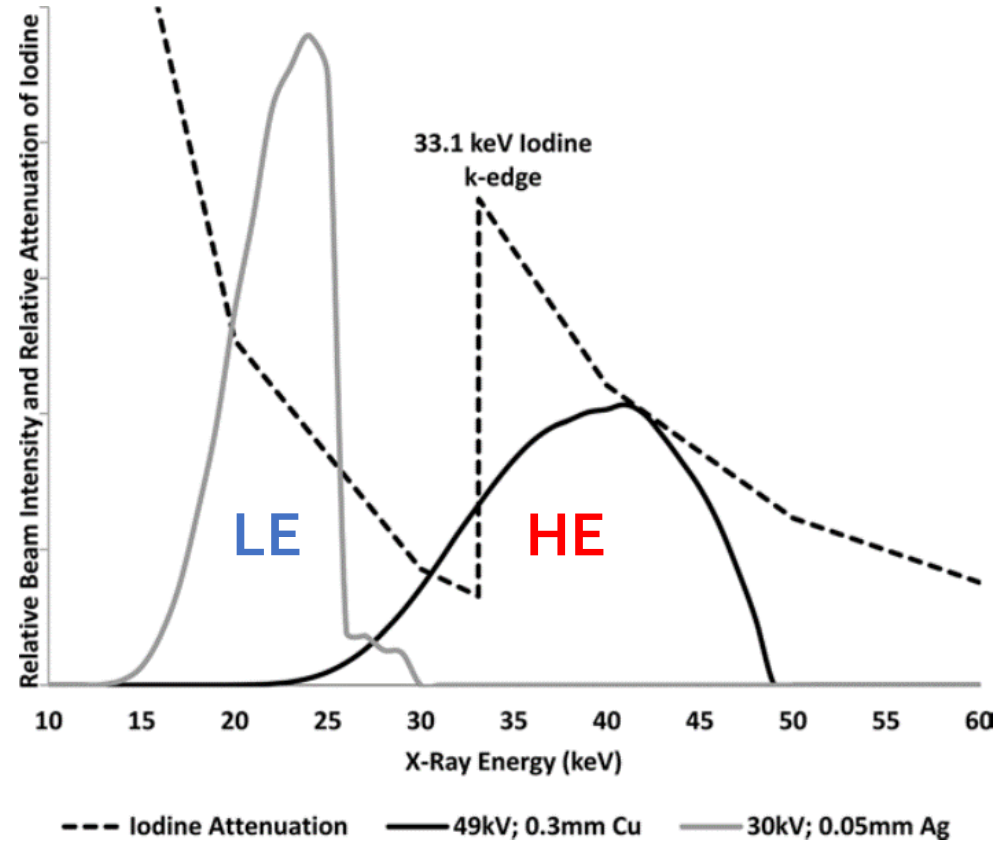


Esito:

- Screening
- Sorveglianza
- Trattamento

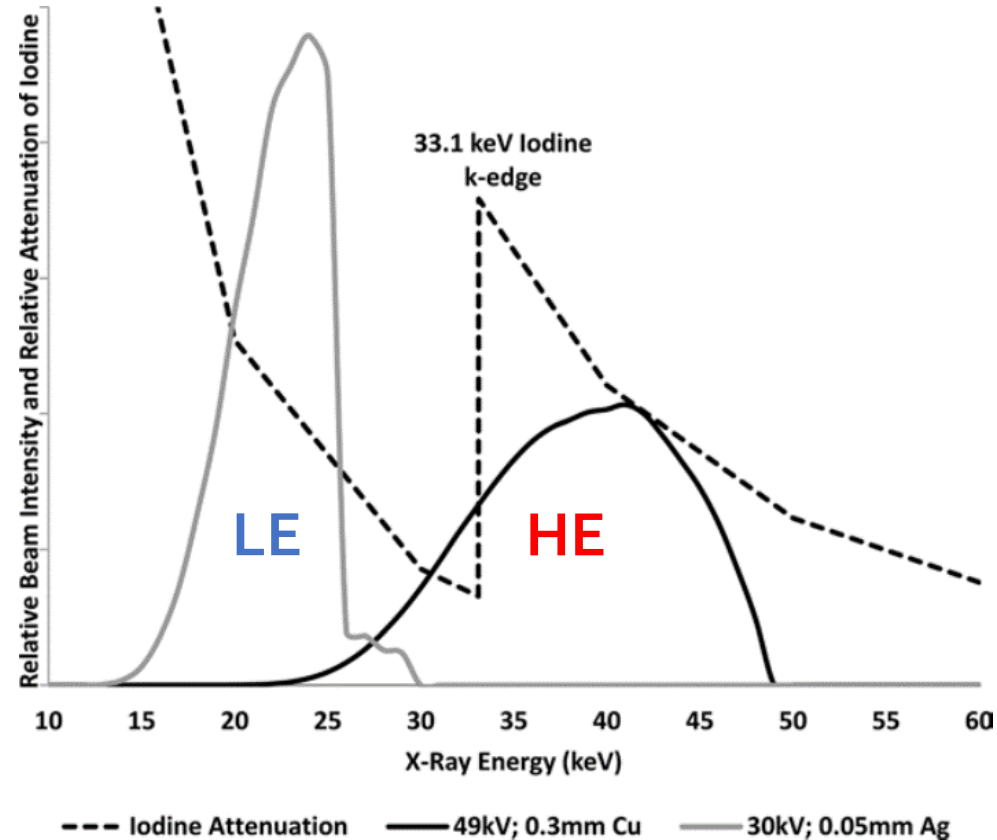
Contrast Enhanced Mammography

- Mezzo di contrasto (mdc): iodio
- 2 proiezioni: low energy (LE) and high energy (HE)
- **LE**: minore attenuazione dello iodio



Contrast Enhanced Mammography

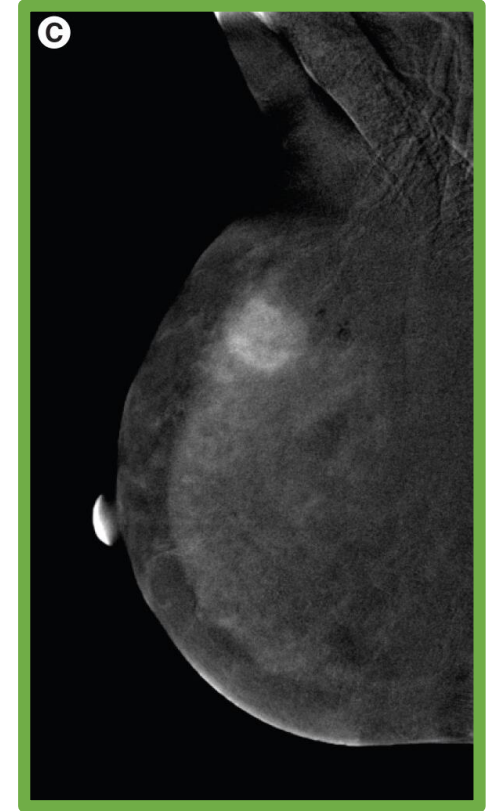
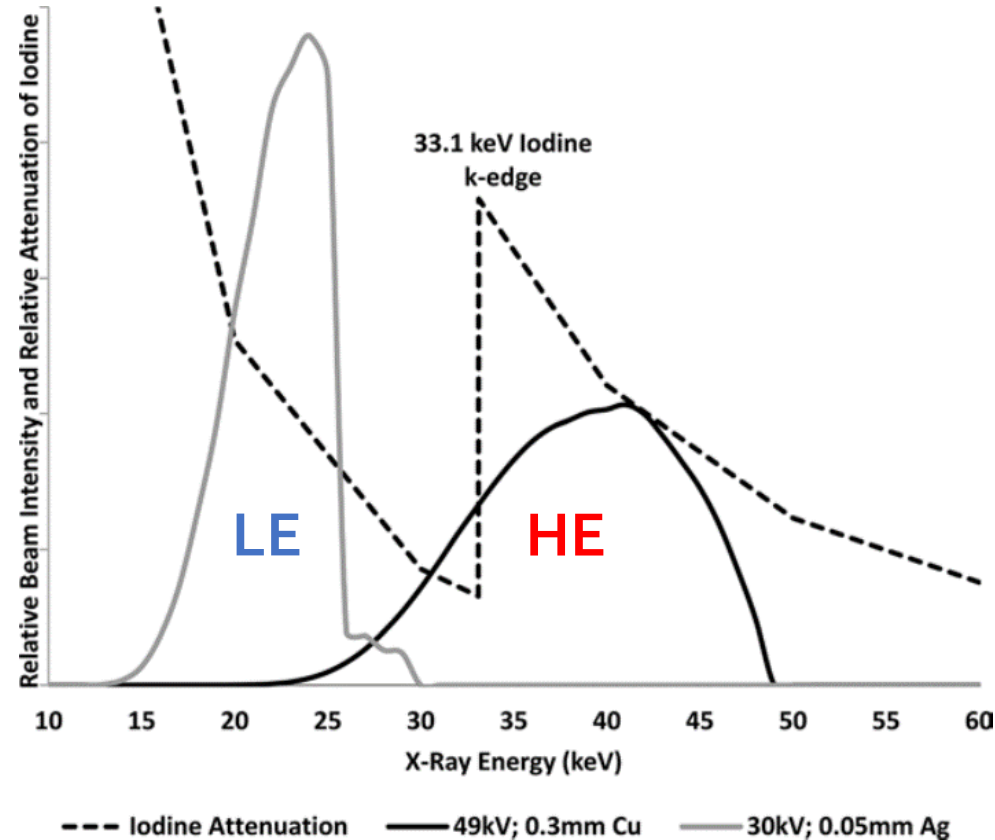
- Mezzo di contrasto (mdc): iodio
- 2 proiezioni: low energy (LE) and high energy (HE)
- **LE**: minore attenuazione dello iodio
- **HE**: massima attenuazione



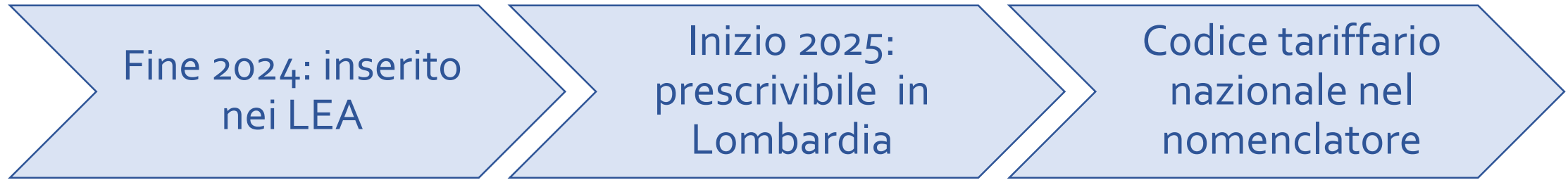
Contrast Enhanced Mammography

- Mezzo di contrasto (mdc): iodio
- 2 proiezioni: low energy (LE) and high energy (HE)
- **LE**: minore attenuazione dello iodio
- **HE**: massima attenuazione
- Enhancement della lesione
- Ricombinazione -> immagine sottratta **ES**

$$ES = \ln(HE) - w \cdot \ln(LE)$$



Contrast Enhanced Mammography



- Esame di **secondo livello**
- Prescritto dal radiologo, non può essere prenotato dal paziente in autonomia
- Viene impiegato per:
 - Approfondimenti **casi dubbi al posto della risonanza magnetica**
 - Stadiazione post biopsia **pre-chirurgia loco-regionale**
 - **Valutazione** risposta terapia neoadiuvante, **prima dell'intervento**
- Particolarmente indicato per **tumori lobulari** (multicentrici e bilaterali)
- Si sta valutando l'utilizzo della CEM come tecnica di screening per le **donne con tessuto mammario denso e rischio di cancro al seno a medio termine**

CEM vs RMI

A parità di capacità di localizzazione e caratterizzazione (specificità):



PROS

- Facile **accesso** (lista attesa corta)
- Basso **costo**
- **Acquisizione** breve
- Possibilità di esecuzione in **pazienti portatori di dispositivi attivi**

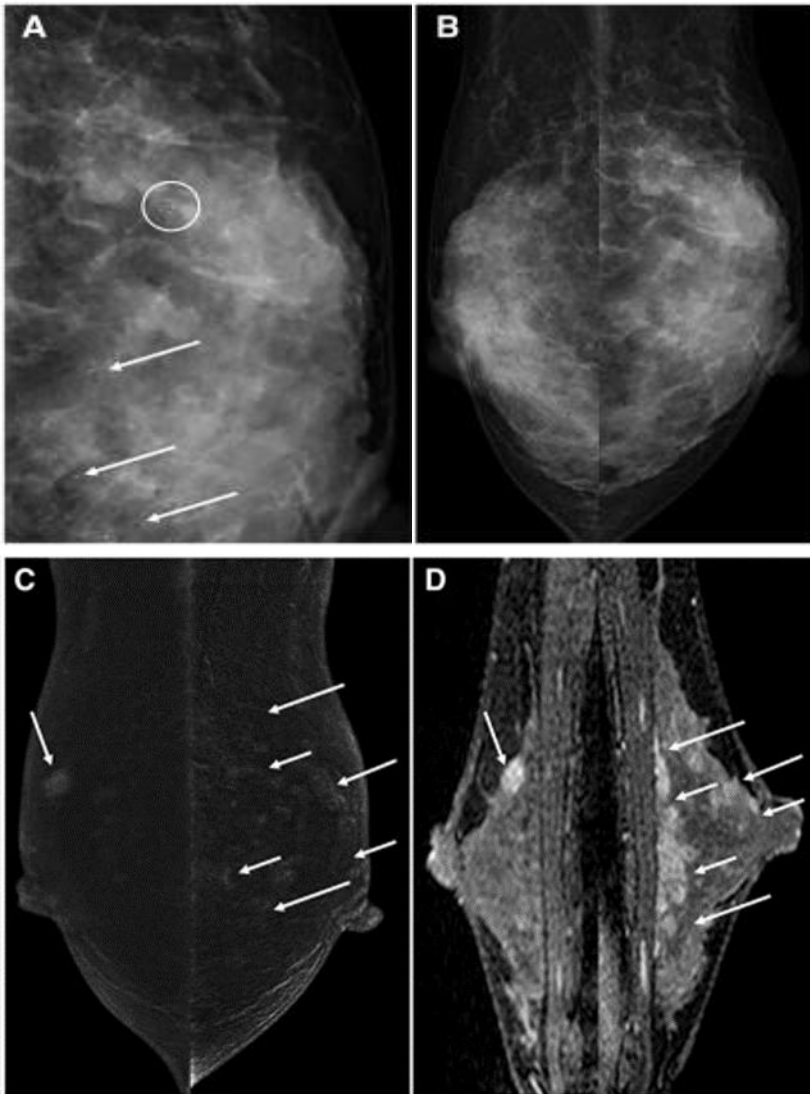


CONS

- Impiego del mezzo di contrasto iodato: **tossicità renale o reazioni allergiche**
- Impiego **radiazioni ionizzanti**

Valida alternativa alla risonanza

CEM vs RMI



Calcificazioni mammella sinistra, con diagnosi di carcinoma duttale in situ in seguito a biopsia. CEM e RMI effettuate pre-chirurgia.

- A. Ingrandimento microcalcificazioni mammella sinistra
- B. Acquisizione CEM a bassa energia: tessuto altamente ghiandolare in entrambi i seni
- C. Immagine ricombinata CEM: ispessimento diffuso seno sinistro (carcinoma duttale in situ multicentrico). A destra massa ovale non visibile nella mammografia standard
- D. MRI T1 fat sat: simile enhancement delle lesioni.

Post chirurgia: confermato carcinoma duttale in situ multicentrico di 5.4 cm nel seno sinistro; fibroadenoma nel seno destro, come osservato sia nella CEM che nell'RMI

Nuove frontiere: discriminare le lesioni

Open Access Article

A Score to Predict the Malignancy of a Breast Lesion Based on Different Contrast Enhancement Patterns in Contrast-Enhanced Spectral Mammography

by Luca Nicosia ^{1,*} , Anna Carla Bozzini ¹, Simone Palma ², Marta Montesano ¹, Filippo Pesapane ¹, Federica Ferrari ¹, Valeria Dominelli ¹, Anna Rotili ¹, Lorenza Meneghetti ¹, Samuele Frassoni ³ , Vincenzo Bagnardi ³, Claudia Sangalli ⁴ and Enrico Cassano ¹ 

Score in funzione di intensità, pattern, margini e ground glass; da 0 a 4; 300+ pz.
Score ≥ 2 sensitivity 92.4%, specificity 89.8%, positive predictive value 94.7%, negative p.v. 85.8%

JOURNAL ARTICLE

Quantitative Analysis of Contrast-enhanced Mammography for Risk Stratification of Benign Versus Malignant Disease and Molecular Subtype

Natalie Cain, MD, MPH , Guita Rahbar, MD, Esther Park, MD, Maxine Tang, MD, MS, Denise Andrews-Tang, MD, Esha Gupta, MD, Antoinette Roth, MD, Stephanie Lee-Felker, MD, Mariam Thomas, MD

Journal of Breast Imaging, Volume 4, Issue 5, September/October 2022, Pages 496–505,
<https://doi.org/10.1093/jbi/wbac044>

Rapporto enhancement tra lesione e background di 1.49 ha sensitivity 84% e specificity 84% di predire lesione maligna. 300+ pz

Nuove frontiere: discriminare le lesioni

Open Access Article

A Score to Predict the Malignancy of a Breast Lesion Based on Different Contrast Enhancement Patterns in Contrast-Enhanced Spectral Mammography

by Luca Nicosia ^{1,*} , Anna Carla Bozzini ¹, Simone Palma ², Marta Montesano ¹, Filippo Pesapane ¹, Federica Ferrari ¹, Valeria Dominelli ¹, Anna Rotili ¹, Lorenza Meneghetti ¹, Samuele Frassoni ³ , Vincenzo Bagnardi ³, Claudia Sangalli ⁴ and Enrico Cassano ¹ 

Score in funzione di intensità pattern, margini e ground glass. 300+ pz.
Score ≥ 2 sensitivity 89.8%, specificity 94.7%,
negative value 94.7%,
positive p.v. 85.8%

JOURNAL ARTICLE

Quantitative Analysis of Contrast Enhancement in Mammography for the Prediction of Benign Versus Malignant Lesions: A Molecular Subtype

Natalie C. ... MD, Esther Park, MD, Maxine Tang, MD, MS, Der ... MD, ... Gupta, MD, Antoinette Roth, MD, Stephanie Lee-Felker, MD, ... MD

Journal of Breast Imaging, Volume 4, Issue 5, September/October 2022, Pages 496–505,
<https://doi.org/10.1093/jbi/wbac044>

Rapporto enhancement tra lesione e background di 1.49 ha sensitivity 84% e specificity 84% di predire lesione maligna. 300+ pz

Ma il mammografo come si comporta?

Studio preliminare: materiali e metodi

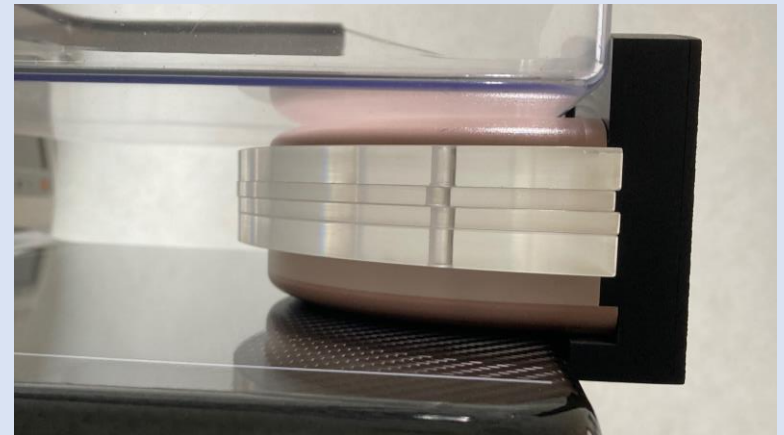
Fantoccio CIRS modello 022

- Inserti con concentrazione (mg/cm²) nota: 0.2 - 0.5 - 1.0 - 2.0
- Slab 50/50 adiposo/ghiandolare
- Spessori ulteriori di PMMA

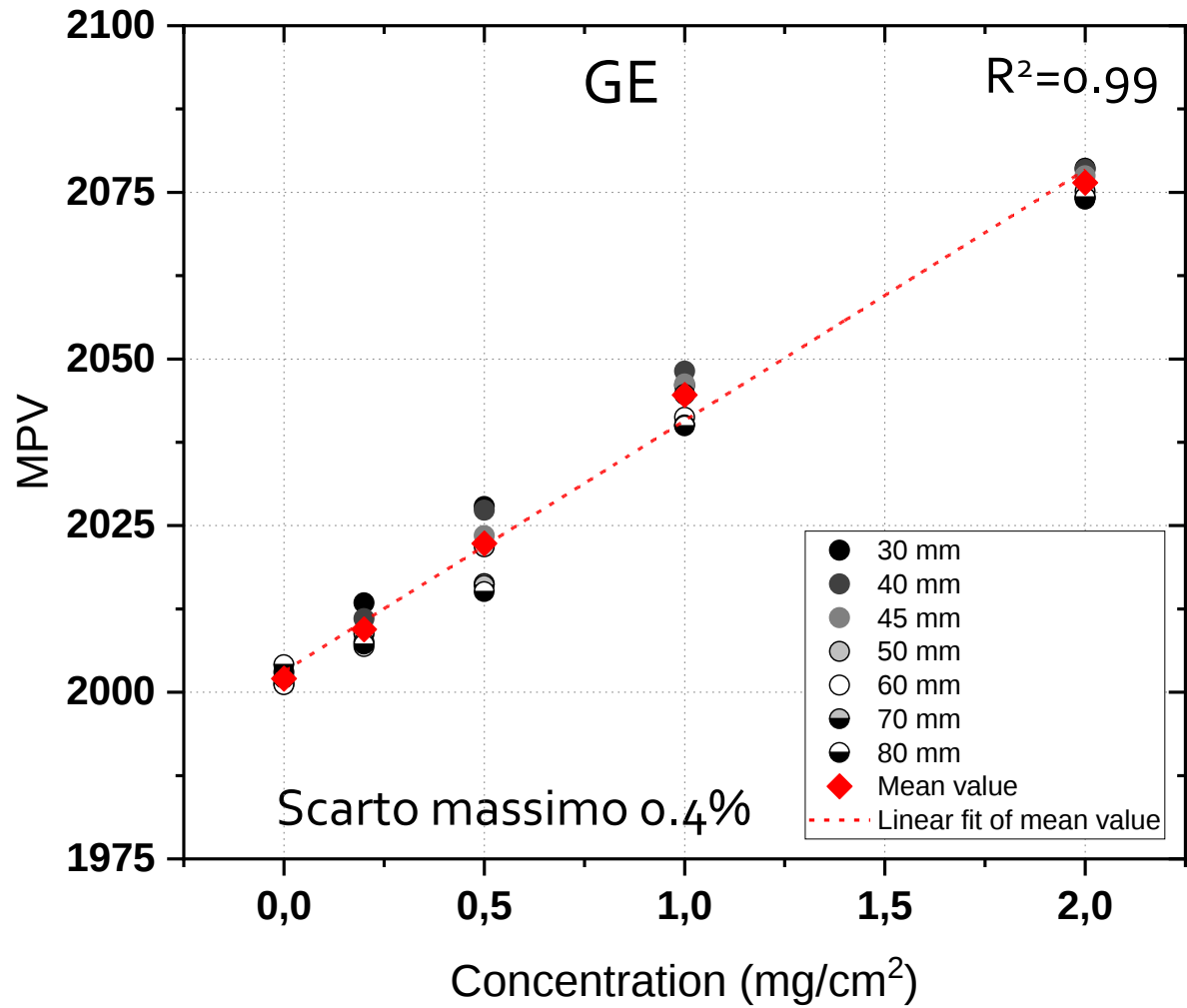
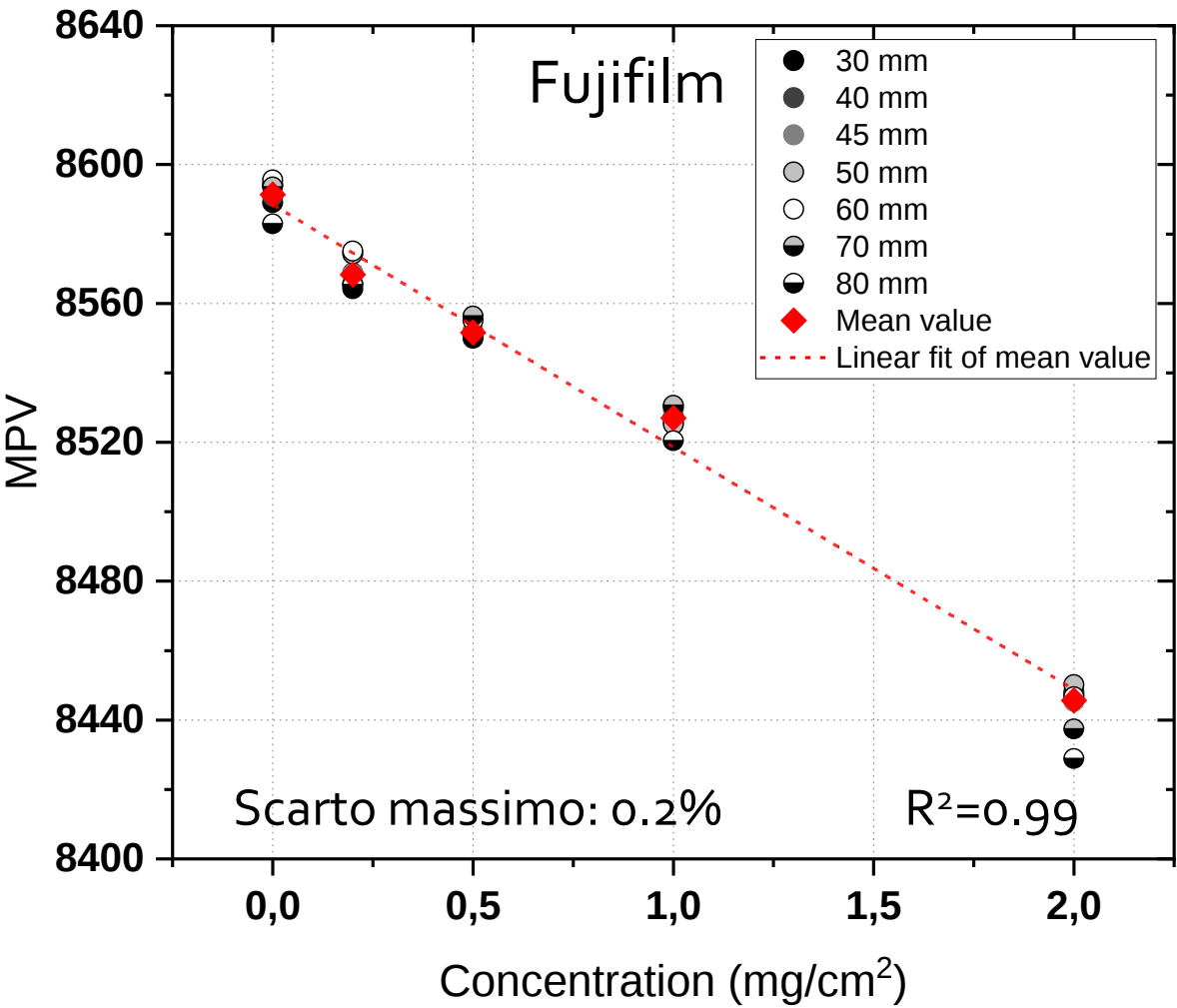


Set up di misura:

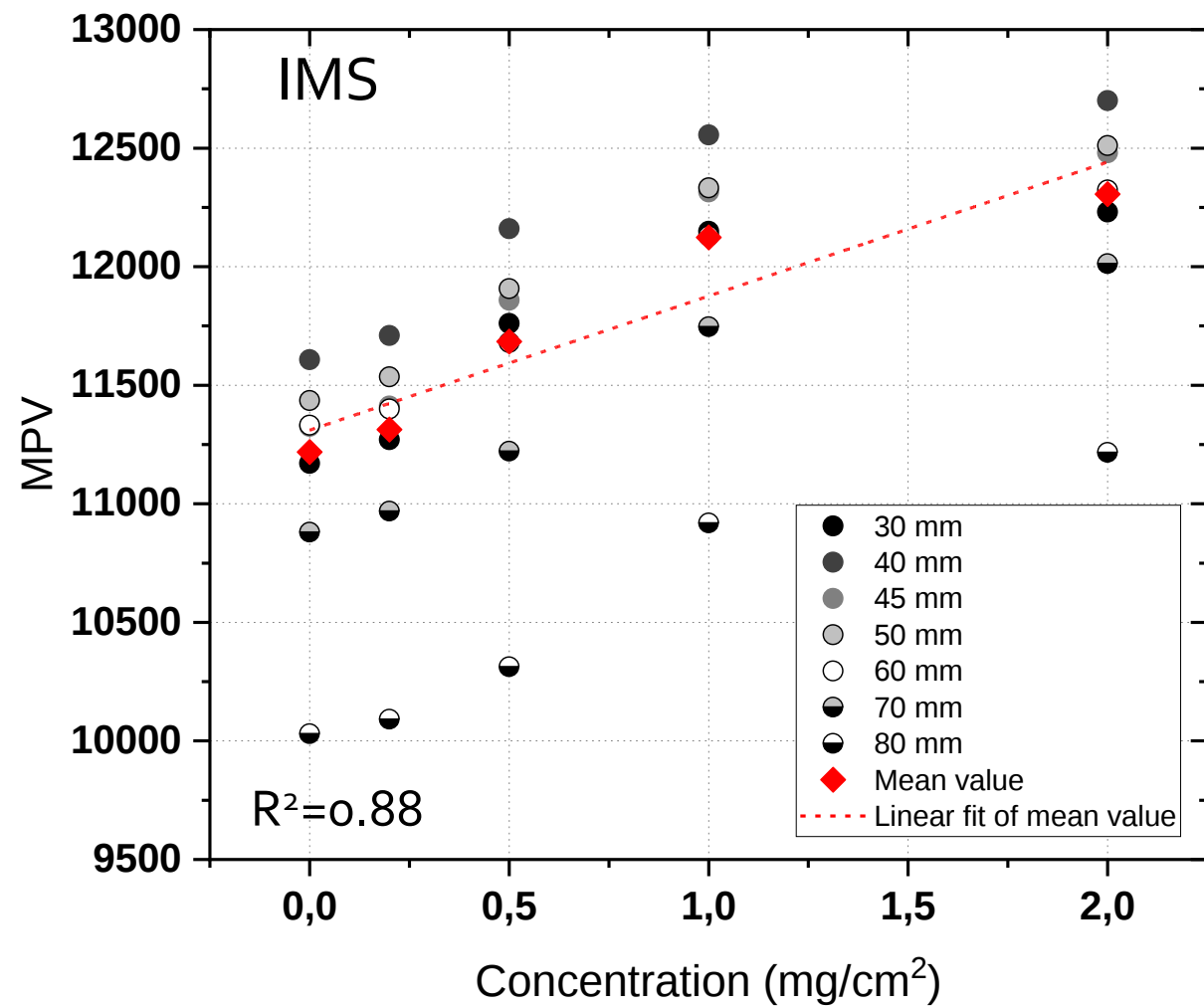
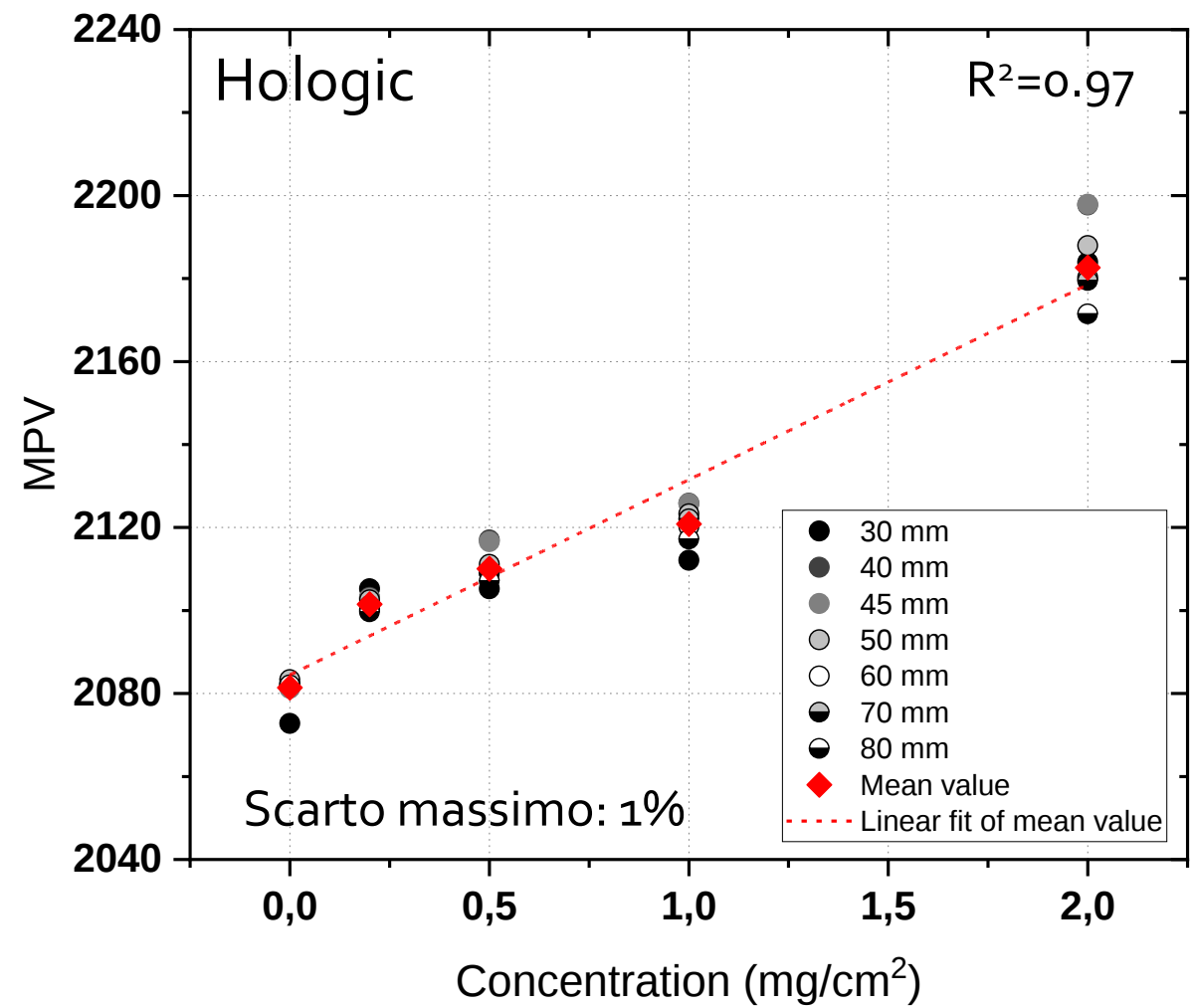
- Modalità CEM clinica
- 7 acquisizioni tra 30mm e 80 mm usando strati di PMMA
- ROI sugli inserti



Studio preliminare: risultati linearità



Studio preliminare: risultati linearità



Studio preliminare: applicazione clinica

→ Convertire immagini da MPV a valore di concentrazione di iodio per classificazione lesioni.

- Test Wilcoxon con p-value 0.0005
→ **Differenza statisticamente significativa.**

Studio preliminare:

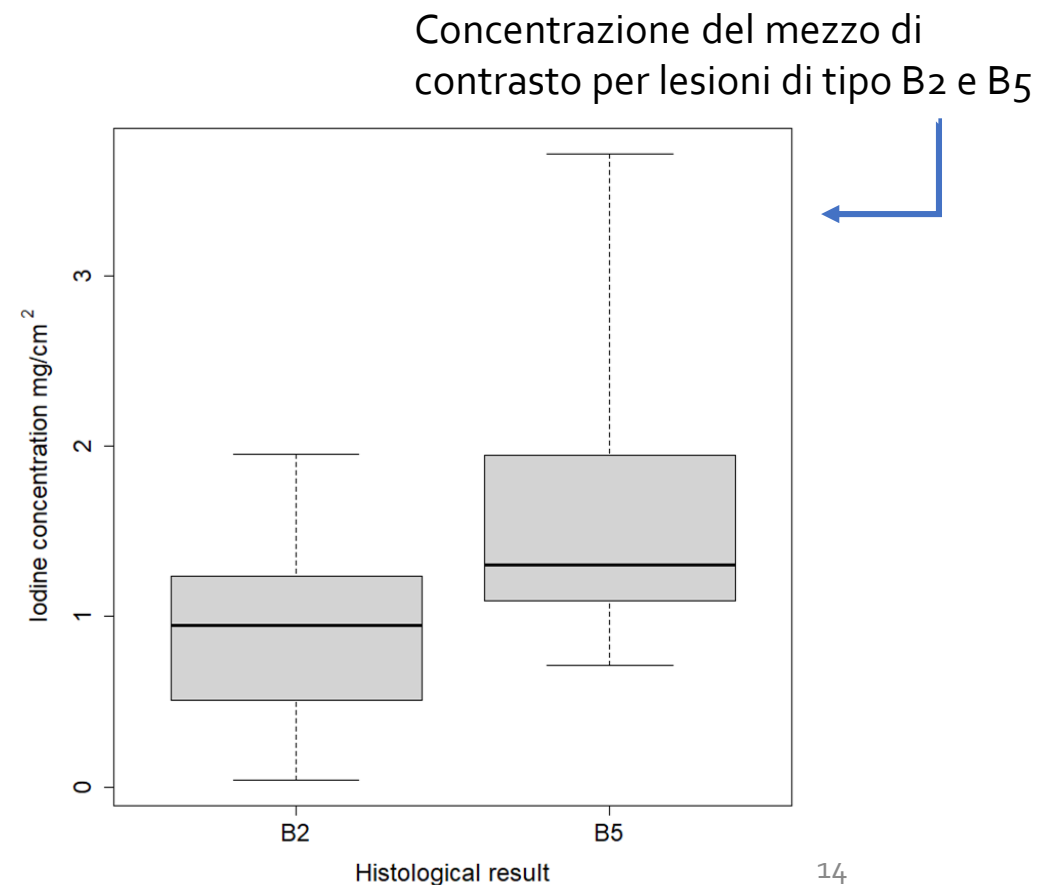
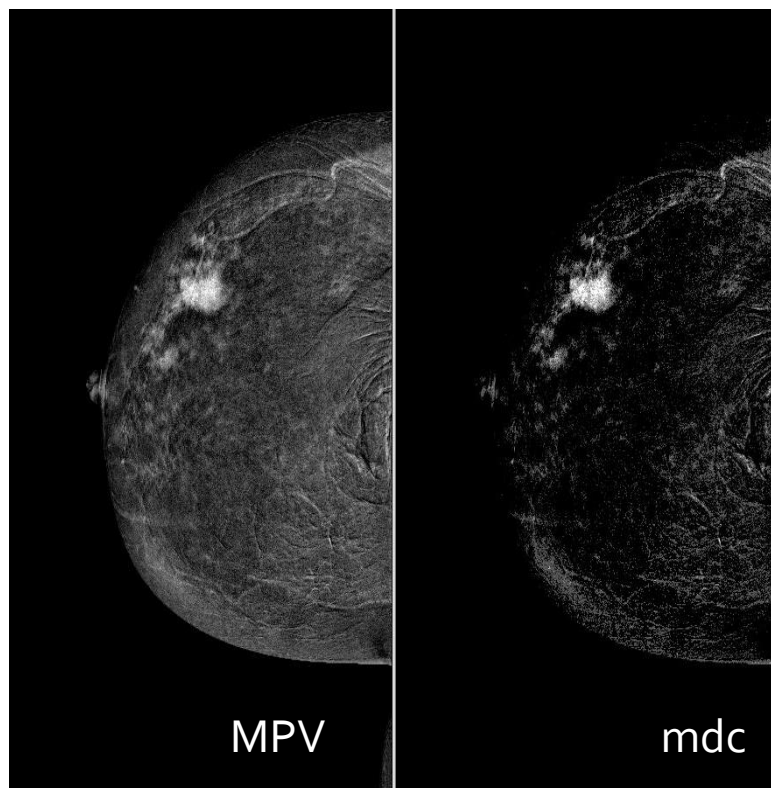
63 esami CEM

- 35 benigni (B2)

- 28 maligni (B5)

Mammografo GE

Esempio conversione
dell'immagine da MPV a
concentrazione del mdc



Futuro: controlli di qualità

Obiettivo: identificare e caratterizzare lesioni → sottrazione completa background, no artefatti

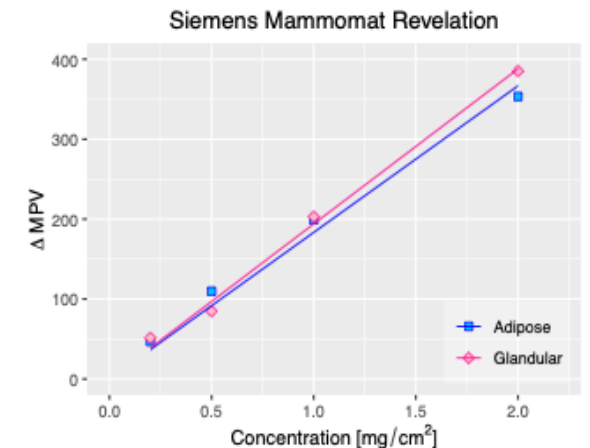
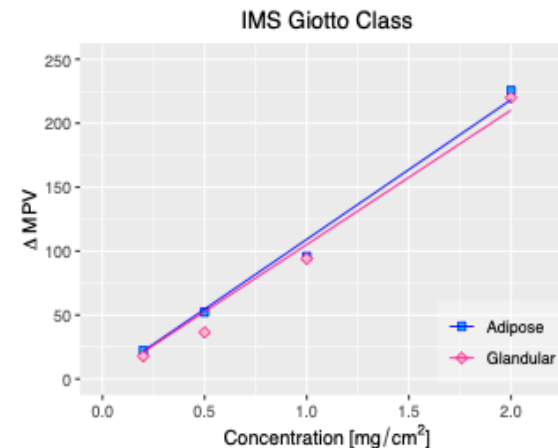
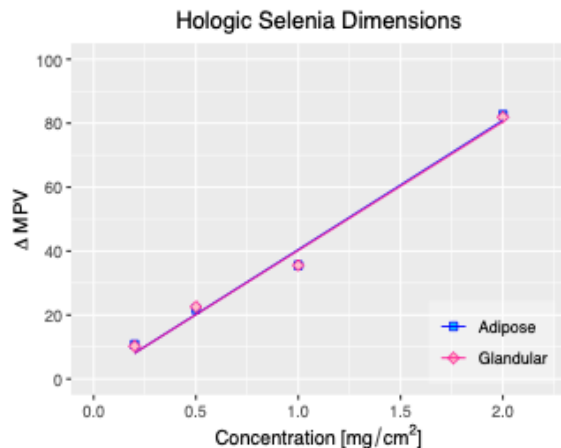
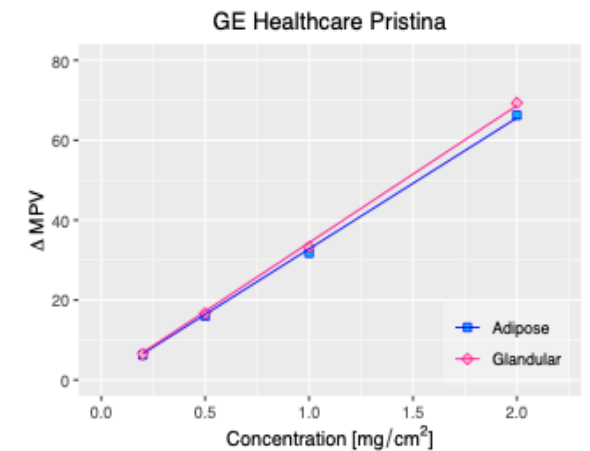
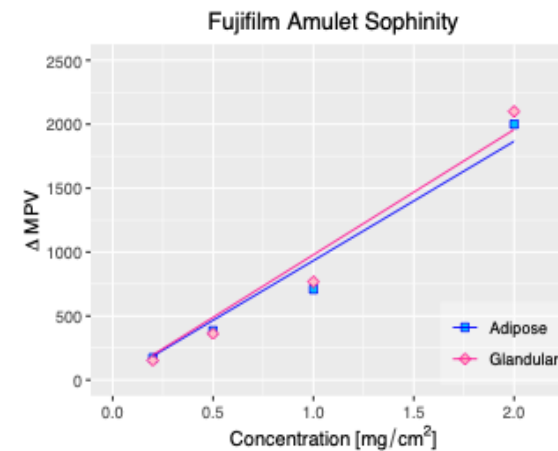
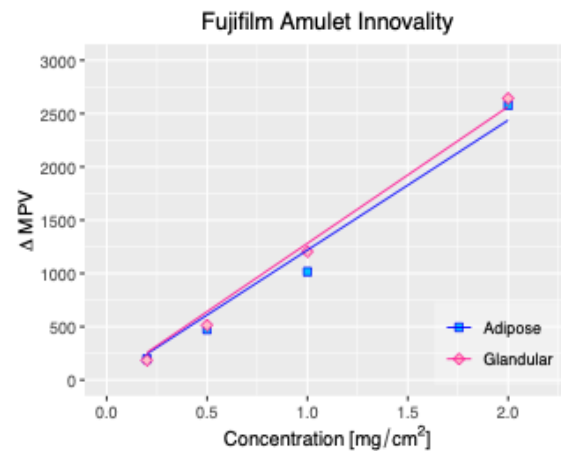
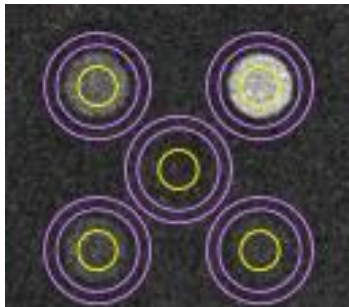
CQ specifici:

- linearità concentrazione iodio,
- sottrazione,
- qualità immagine,
- uniformità,
- artefatti specifici,
- tempo di esposizione vs tempo totale dell'esame,
- dose assorbita-AGD.

Aggiornamenti linearità – GdL mammo AIFM

Linearità:

- Più mammografi
- Confronto con slab 50/50
- ΔMVP



Aggiornamenti linearità

CIRS model 022

CIRS model 020



CIRS model 014



Fujifilm

GE

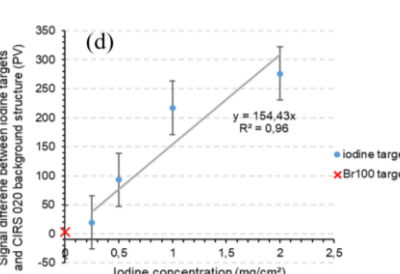
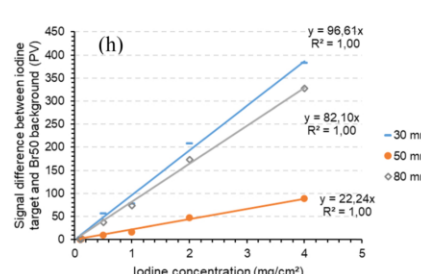
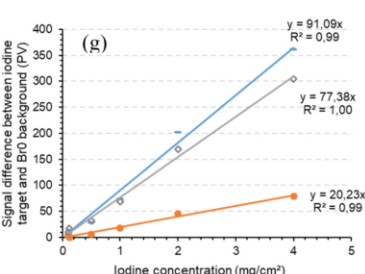
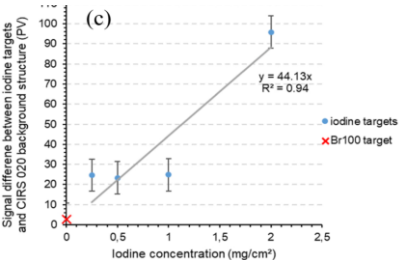
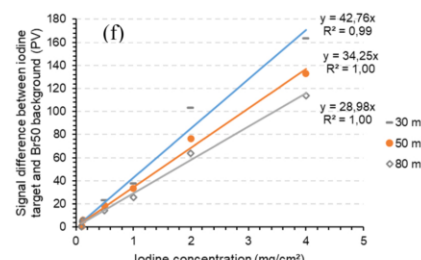
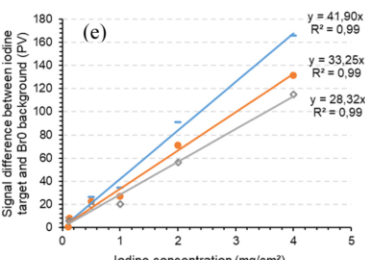
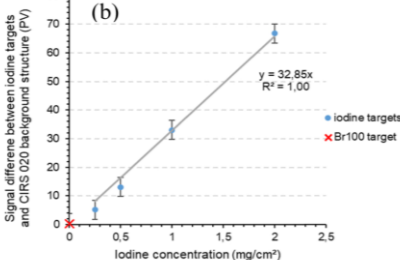
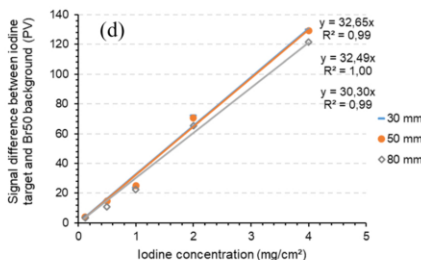
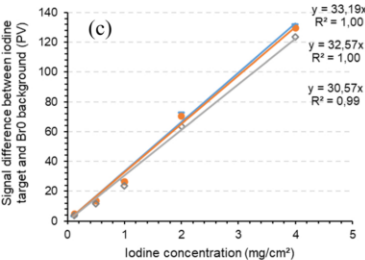
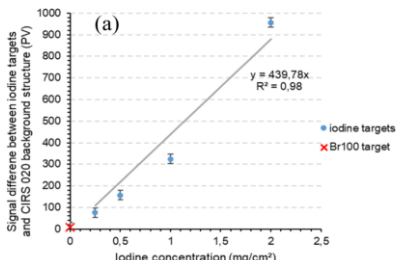
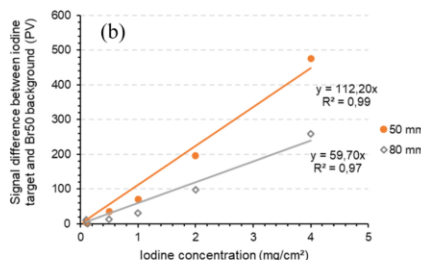
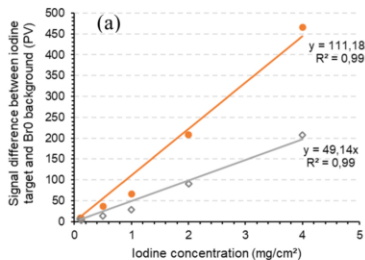
Hologic

Siemens

Slab Br0

slab Br50

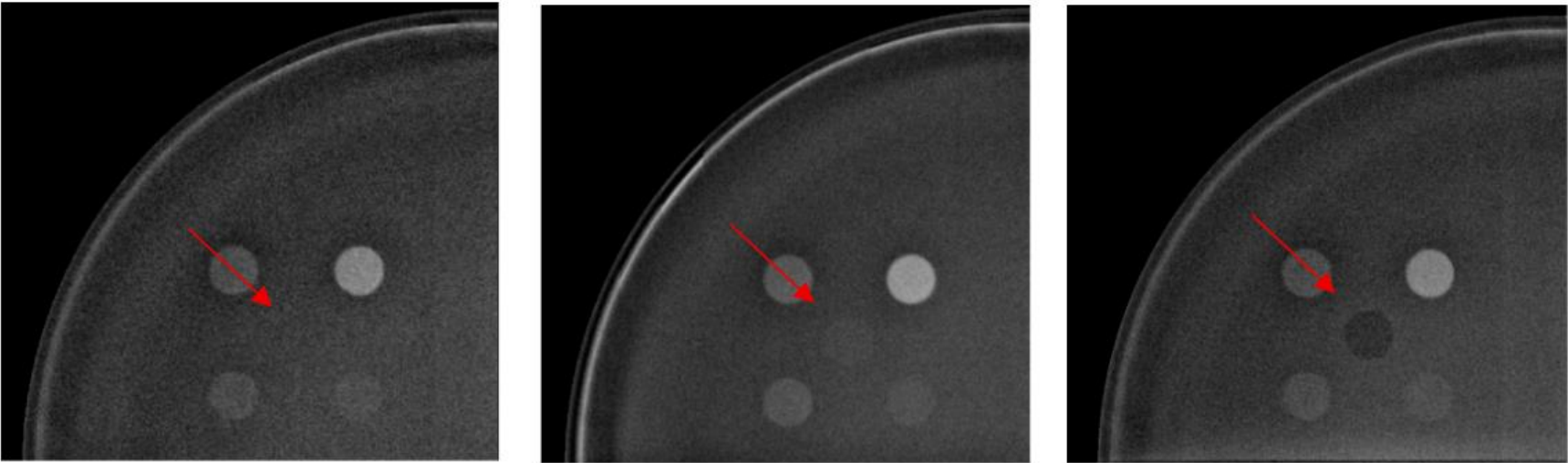
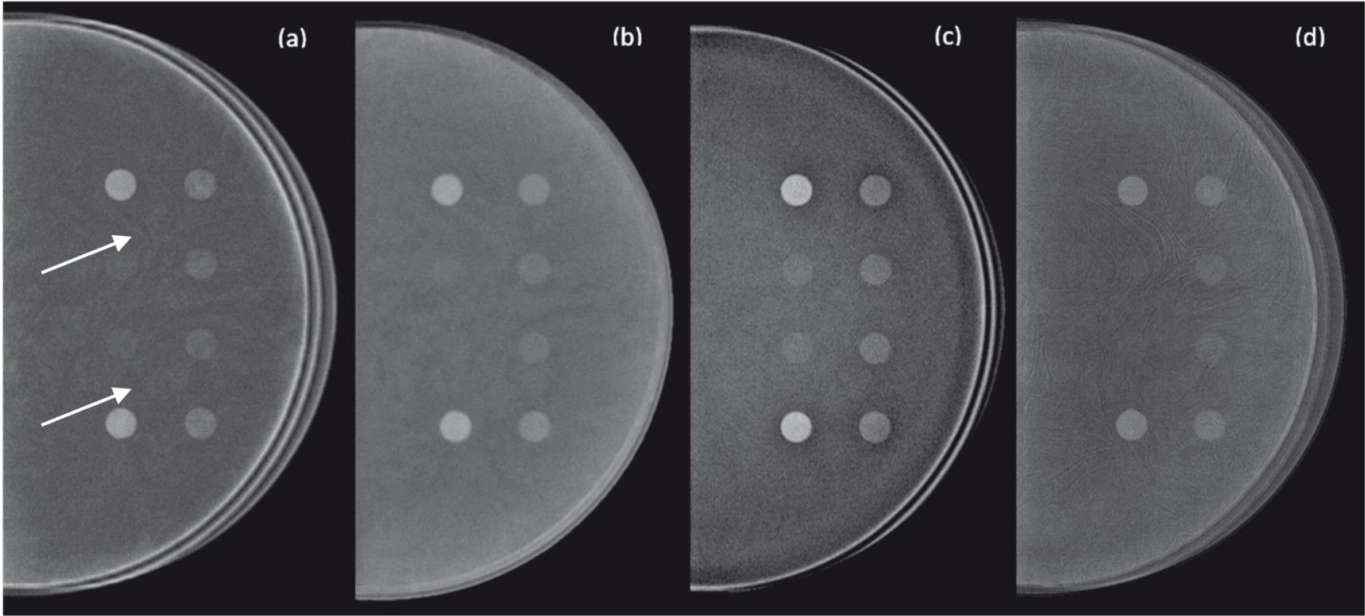
slab mortadella



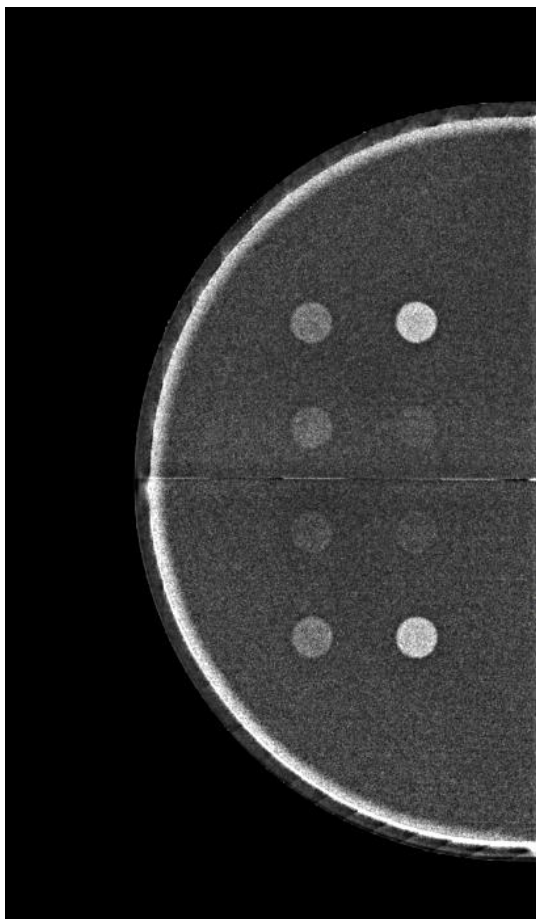
Texture Cancellation Coefficient

$$TCC_{0.5} = \frac{MPV_{detail\ 100} - MPV_{bkg\ 100}}{MPV_{detail\ 0.5} - MPV_{bkg\ 0.5}} = \frac{\Delta MPV_{100}}{\Delta MPV_{0.5}}$$

	Adipose	Glandular
Fujifilm Amulet <u>Innovality</u>	-0.02 ± 0.10	-0.09 ± 0.07
Fujifilm Amulet <u>Sophinity</u>	0.04 ± 0.01	0.13 ± 0.05
GE Healthcare Pristina	0.16 ± 0.04	0.19 ± 0.07
Hologic Selenia Dimensions	-0.0 ± 0.3	0.0 ± 0.3
IMS Giotto Class	-0.4 ± 0.1	-0.3 ± 0.2
Siemens <u>Mammomat Revelation</u>	0.23 ± 0.01	0.24 ± 0.01



Artefatti: esempi

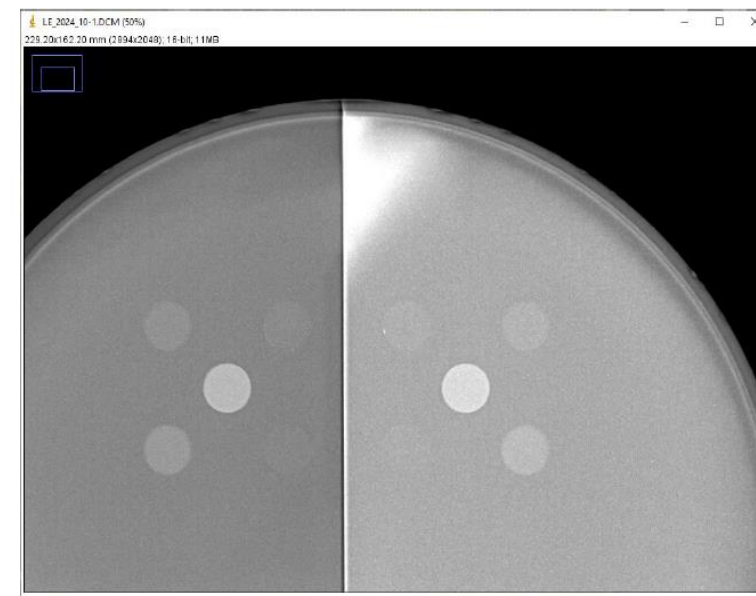
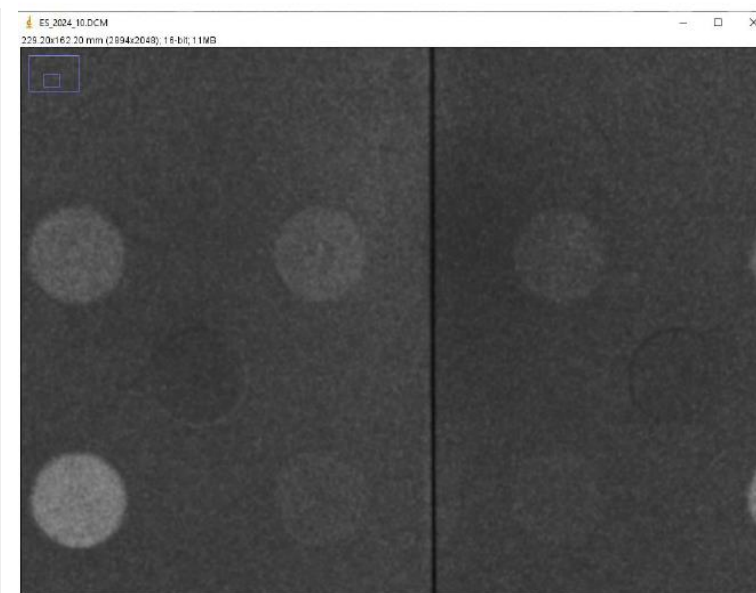


Acquisizione aprile 2023



W/AI 34 kVp 43 mAs

Acquisizione ottobre 2024



Artefatti sul bordo del fantoccio, artefatto
iperintenso nella porzione ghiandolare
W/Ag 30 kVp 99 mAs

Take-home messages

- CEM tecnica con **elevato potenziale**
- Valida **alternativa** alla risonanza magnetica
- Possibilità di **discriminare** le lesioni tramite quantificazione → da indagare ulteriormente
- Non completa **caratterizzazione** delle apparecchiature
- Carenza di protocolli specifici di **controlli di qualità**
 - TCC
 - Linearità MPV-concentrazione iodio



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

GRAZIE A TUTTI





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

BACK-UP



Risultati: confronto dosi

- Dose **FFDM** diversa da dose **LE** -> spettri/parametri espositivi diversi.
- Hologic e IMS: Dose tot CEM > dose FFDM.
- Fujifilm e GE: Dose tot CEM < dose FFDM.

