

# SYRMA-CT PISA

---

P. Delogu

08/07/2015

## SYRMA-CT

Sezioni partecipanti: TS, PI, SS, NA, FE, BO

collaborazioni: Elettra, Az. Osp. Univ. Ospedali Riuniti Trieste

Obiettivo Generale: Mantenere la leadership italiana nella mammografia con luce di sincrotrone in contrasto di fase estendendo il programma clinico della linea SYRMEP alla tomografia della mammella.

Obiettivi intermedi:

2014: Studio di fattibilità per la CT clinica con luce di sincrotrone e preparazione della documentazione per richiesta di autorizzazione al comitato etico

2015: Definizione ed implementazioni protocolli e iter di ottenimento certificazioni ed autorizzazioni

2016: Studio clinico ed analisi dei risultati.

**WP1:** Coordinamento tra le sezioni INFN coinvolte, con Elettra e AOU TS. Resp. TS

**WP2:** Adeguamento della facility di mammografia (ELETTRA + TS) Resp Trieste

- 1) adeguamento linea ( HW & SW: dipende dal protocollo di esame)
- 2) calibrazione camera a ionizzazione ad alte energie
- 3) adeguamento supporto paziente
- 4) nuovo supporto per il seno in scansione (in collaborazione con Na)
- 5) nuovo supporto detector (in collaborazione con PI+SS)

**WP3:** detector (PI + SS) Resp PI

Il detector scelto per questo progetto è Pixirad, detector a conteggio di fotoni, alta efficienza alle energie utilizzate e risoluzione spaziale adeguate all'imaging in contrasto di fase.

- 1) Customizzazione per la specifica applicazione
- 2) caratterizzazione del detector a SYRMEP nel range di energie del progetto (in collaborazione con TS)
- 3) immagini (phantoms, reperti operatori, calibrazioni) (in collaborazione con TS)

**WP 4:** algoritmi di ricostruzione (SS+TS) Resp SS

- 1) studio ed implementazione di CT multislice spirale con fascio parallelo
- 2) simulazione del setup (detector incluso) e delle modalità di scansione
- 3) studio ed implementazione di modalità di scansione/algoritmi con ridotto numero di proiezioni
- 4) phase retrieval: scelta del algoritmo ottimale e studio della compatibilità con scansione a spirale (in collaborazione con TS ed ELETTRA)

**WP5:** dosimetria (NA, FE, BO, TS) resp Na

Questo WP lavora iterativamente con WP 3&4 per integrare l'efficienza del detector ed i protocolli di scansione.

- 1) definizione delle grandezze dosimetriche di interesse per la domanda di autorizzazione al comitato etico
- 2) simulazioni per ottimizzare energia e algoritmo di scansione al fine di ottenere acquisizioni alle dose volute (confrontabile con la mammografia convenzionale) (collaborazione con BO, TS)
- 3) misure di validazione delle simulazioni, incluso sviluppo eventuali ulteriori oggetti test
- 4) studio della modalità di acquisizione scout, se necessaria
- 5) Definizione relazioni per il sistema di sicurezza (dosi integrate per giro su rototraslazione). Bisogna produrre le relazioni di base tra lettura delle camera a ionizzazione e parametri di scansione da inserire nel sistema di sicurezza e quelle, più sofisticate, nel sistema di calcolo on-line della dose.

**WP6** (da attivare nel II anno): controlli di qualità (CQ) (FE, TS) Resp. Ferrara

Data la complessità del sistema meritano un WP dedicato.

- 1) funzionamento HW
- 2) funzionamento SW
- 3) protocollo
- 4) dosimetrici

**WP7** (da attivare nel II anno): protocolli e software gestione esame e CQ (ELETTRA+PI+TS) resp ELETTRA

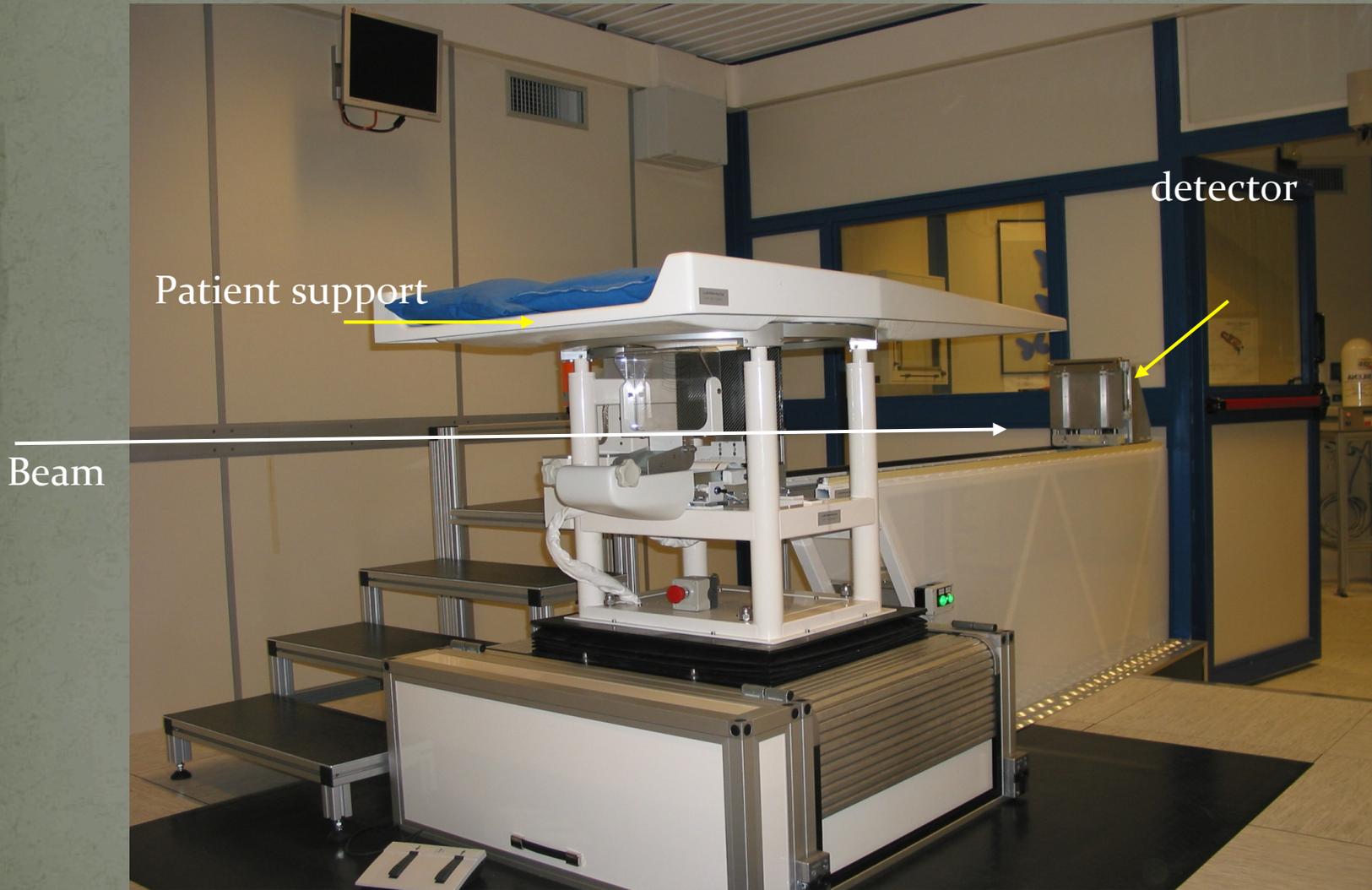
- 1) Detector: interfaccia con il sistema di acquisizione clinico e con sistema di gestione dell'esame
- 2) Implementazione protocollo d'esame
- 3) Definizione e realizzazione nuovo SHMI (Supervision and Human-Machine Interface)
- 4) Definizione e realizzazione procedure SW/HW per Controlli di qualità'

**WP8:** medico-Esculapio (TS+AOU TS) resp TS

- 1) Definizione protocollo clinico,
- 2) Reperimento campioni di interesse
- 3) Validazione radiologica della qualità delle immagini scout e tomografiche

**WP 9:** richiesta di autorizzazione al comitato etico (fine 2014/inizio 2015) (TS+ELETTRA+AOU TS)

# SYRMEP Patient room



# PIXIRAD-8



Complete module includes;

- 8 unit sensor
  - 25×2.5 cm<sup>2</sup> active area
  - 2 M pixel – 4M counters
  - 2 pixel inter-modules spacing
  - almost edge less toward the breast
- DAQ electronics
- Cooling system
- 1 Gbit Ethernet

Specificamente sviluppato per uno scanner mammografico

# Run tomografico settembre 2014

Scopo: test per acquisizioni a 38 keV, caratterizzazione sistema e algoritmi di ricostruzione. Stepper motor.

## MISURE DI SETTEMBRE

18 acquisizioni (o run)

Tessuto con lesioni, Fantocci e fili

- ELLE\_Cil, EMME\_CIL\_RN0450, LESIONE\_3mm\_RN502,
- LESIONE\_6mm\_RN503, LESIONE\_RN0452
- Na1\_RN325, Na1\_RN327, Na1\_RN329, Na1\_RN331,
- Na1\_RN334, Na2\_RN0345, Na2\_RN0347, Na3\_RN0353
- NNPS, SN9829\_RN0567, SNLast\_RN0568
- Ts1\_9830\_01\_RN0367, wire\_1441steps

Acquisizioni con PIXIRAD elaborate da Pisa,

ricampionate su matrice quadrata con pixel di 30 micron

e messe sulla VUO di Elettra

## **RICOSTRUZIONI**

Fatte su tutte le acquisizioni (tranne una...)

In modo sistematico con:

- rebinning pixel da 120 micron
- 1200, 600 e 300 proiezioni (o 1440, 720 e 360 proiezioni)
- algoritmi FBP e SART con 2 filtraggi diversi

Ricostruzioni anche a 60 micron, ma non su tutte le acquisizioni

Qualche ricostruzione anche con FBP e SART di ASTRA

## **FIGURE DI MERITO**

**1) Visibilità dettaglio (CNR)**

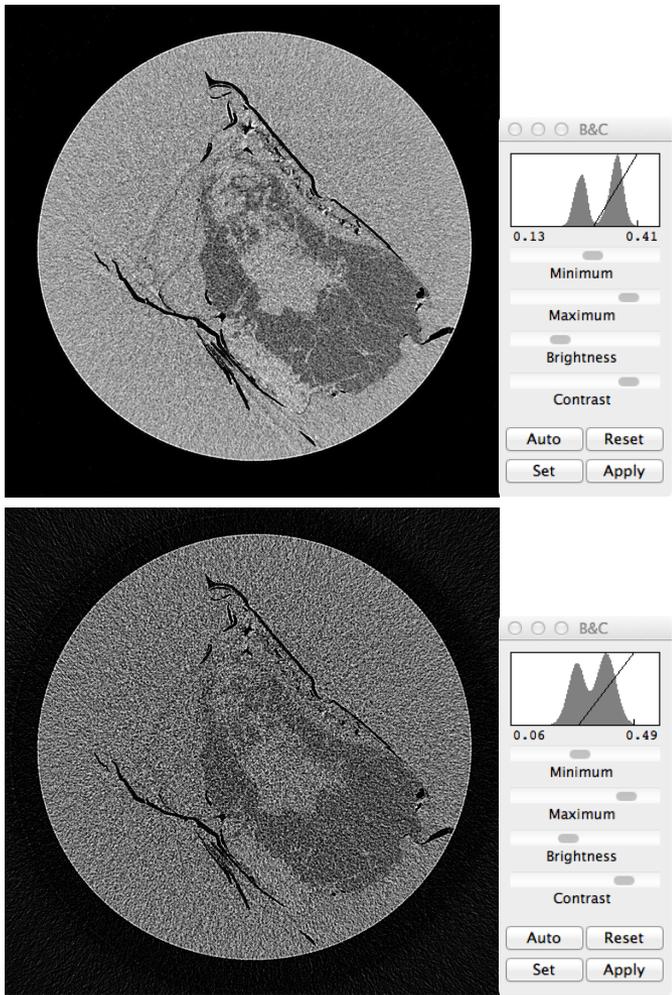
**2) Modulation transfer function (MTF, Napoli)**

**3) Noise Power Spectrum (NPS, Napoli)**

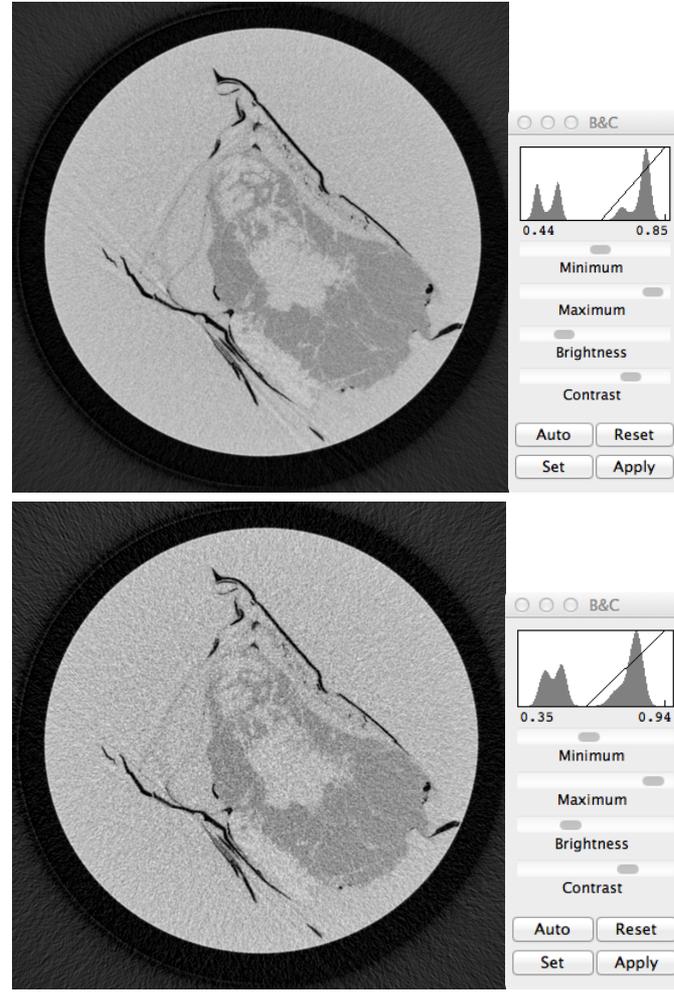
**4) confronto porzione di immagine rumorosa con immagine "gold":**

- **mutual information (MI)**
- **universal quality index (UQI)**

# Lesione: confronto di algoritmi di ricostruzione

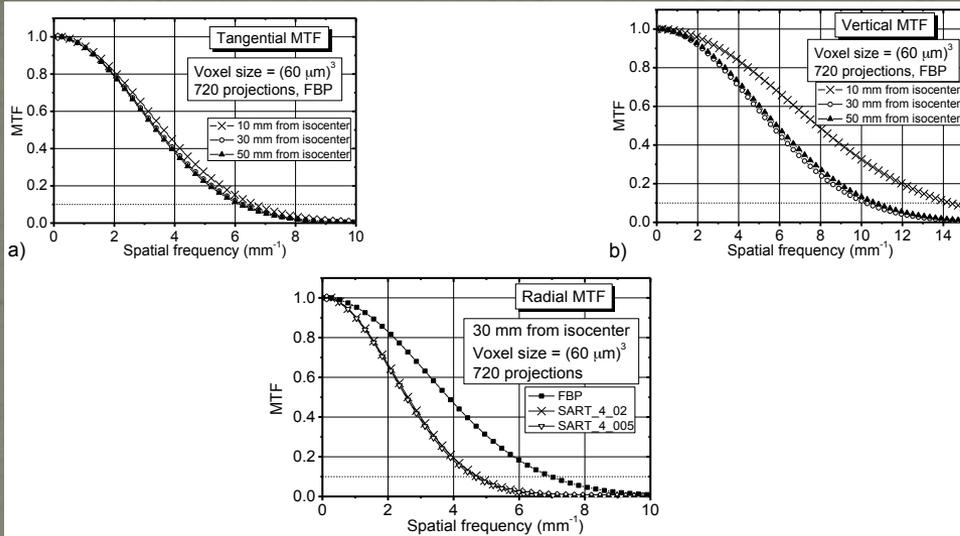


**Figure 2.** Sample 1: FBP reconstruction of 1200 projections (2a) and 300 projections (2b), sample diameter 9.4 cm. Image histograms are presented and windowing levels are presented.

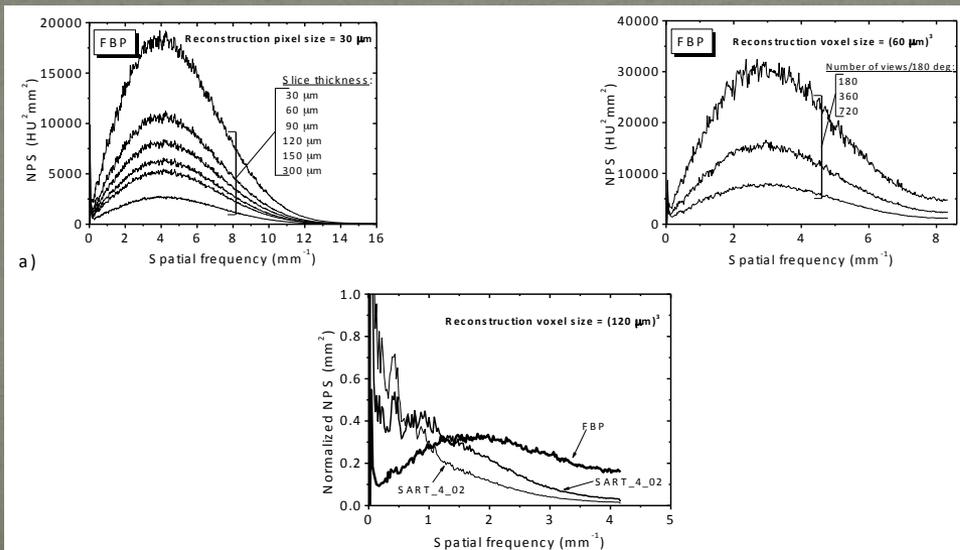


**Figure 4.** Sample 1: FBP reconstruction after the phase retrieval pre-processing: (4a) 1200 projections and (4b) 300 projections. Image histograms are presented and windowing levels are presented

# Caratterizzazione del sistema tomografico: Na



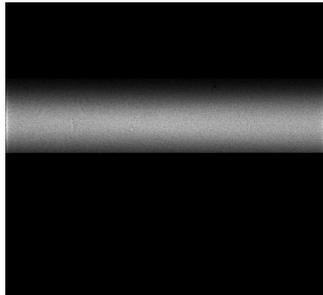
MTF



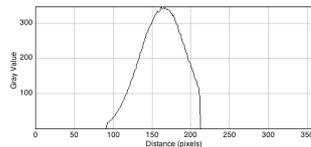
NPS

Pi: Misure sul detector singolo  
(analisi di dati acquisiti precedentemente  
e secondo run di maggio 2015)

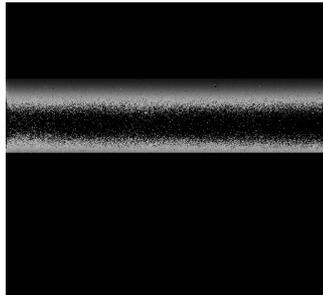
# Linearità



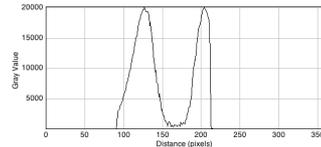
a)



b)

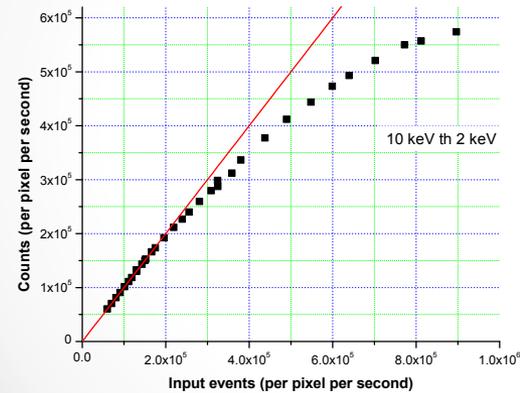


c)

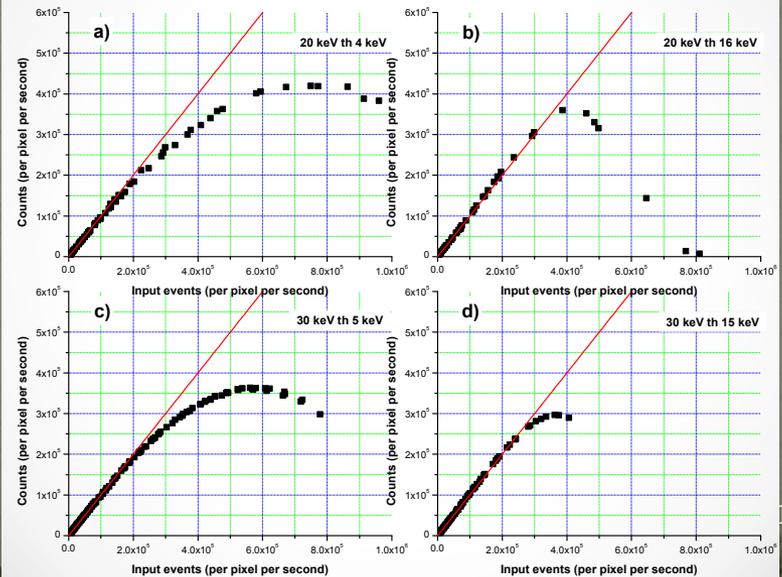


d)

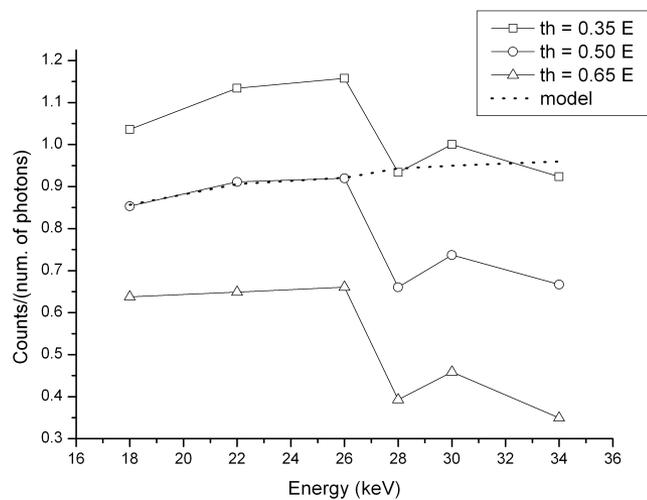
# Grafico di linearità



# Dipendenza da E th

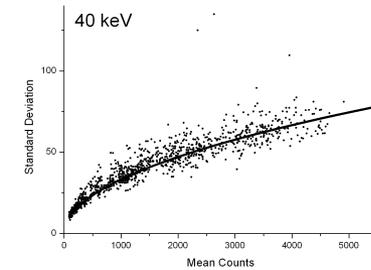
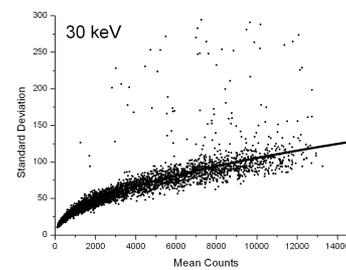
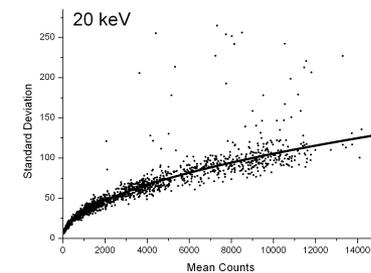
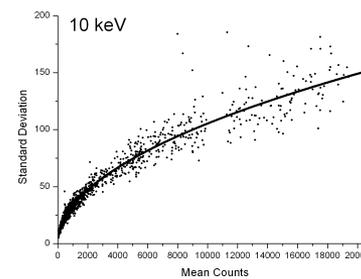


# Risposta (conteggi in funzione del numero di fotoni)



K-edge  
del Cd a  
26.7 keV

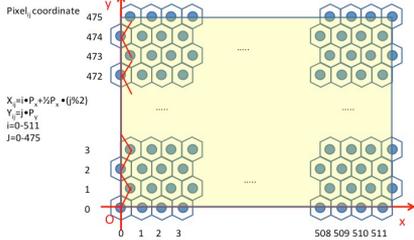
# Noise



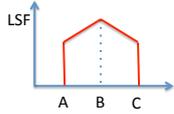
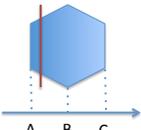
# Risoluzione spaziale

Reference system of PiXirad single crystal detectors

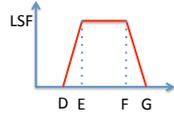
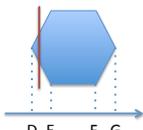
Pitch X Px=0.06mm maxROI Width = (511+%)Px=30.690mm  
 Pitch Y Py=0.05196mm Height = 475\*Py =24.681mm



Horizontal



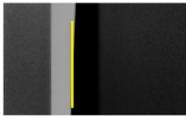
Vertical



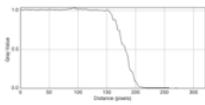
a)



a)



b)

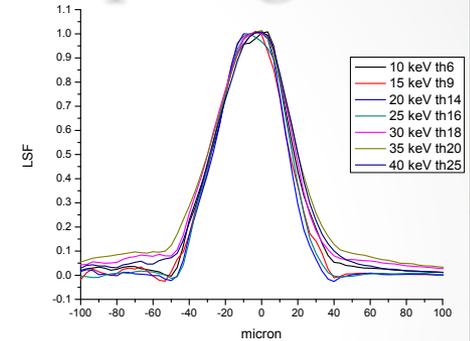
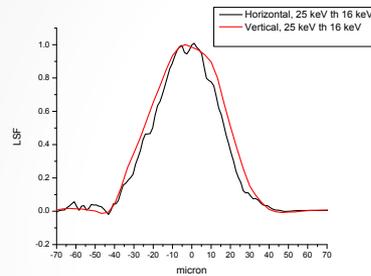


c)

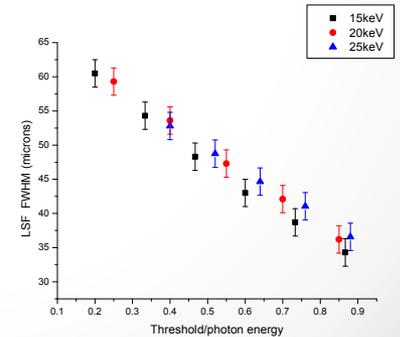
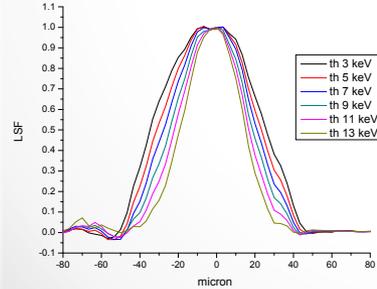


d)

# LSF presampling



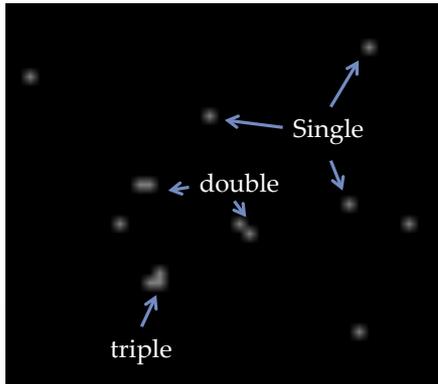
15 keV, vertical LSF



## Secondo run maggio

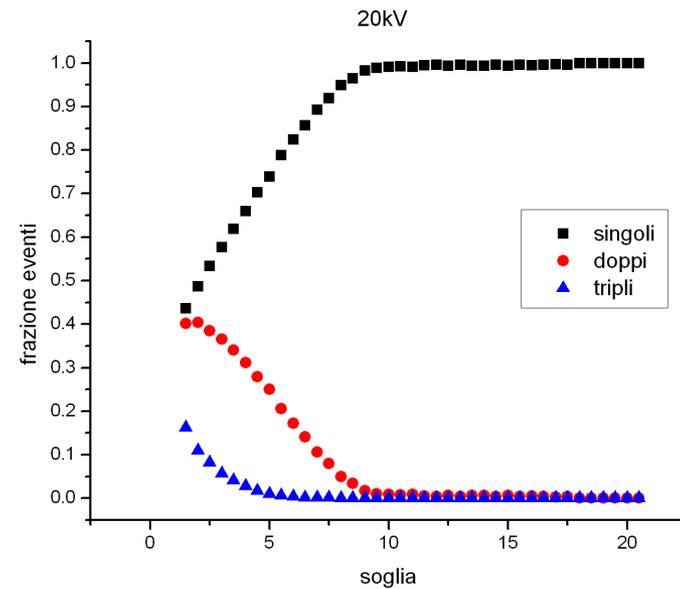
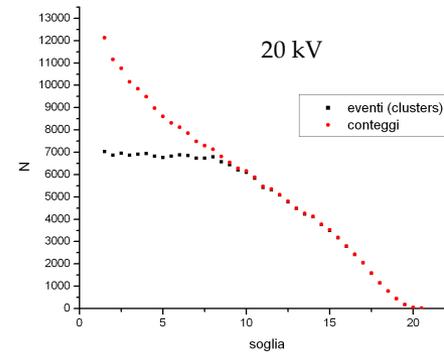
### clusters

Se la soglia e' bassa uno stesso evento puo' essere contato da pixel adiacenti. Per vedere e quantificare i clusters il flusso deve essere basso. In questo caso il fascio e' attenuato con 5mm di alluminio.



## Confronto eventi-conteggi

Contare i clusters → contare gli eventi



Run tomografico maggio 2015

## Upgrade Pxirad-8

- oltre 10 frames/s per numero di frames arbitrario
  - 30 frames/s per un numero limitato di frames
- 
- Acquisizioni con movimento continuo del rotatore (lettino)
  - Modalita' DTF
  - Varie dosi
  - Fantocci
  - Lesioni
  - Radiografia scout
- 
- Max frame rate sfrutta appieno le potenzialita' del photon counting

# Attività' syrma-ct prevista entro il 2015 (e parte del 2016?)

- Definizione dell'esame tipo con il radiologo
- Domanda al comitato etico per lo studio clinico
- Adeguamento della stazione radiologica SYRMEP per la tomografia
- Ulteriore upgrade per max frame rate

# Tabella syrma-ct 2016

Nome	FTE
U. Bottigli	0.2
P. Delogu	1.0

Tipo	Motivazione	kEuro
Inventariabile	1 pc ad alte prestazioni	5
		TOT: 5