

Esperimento CHIR2

Sommario attività P-terphenil e programma 2018

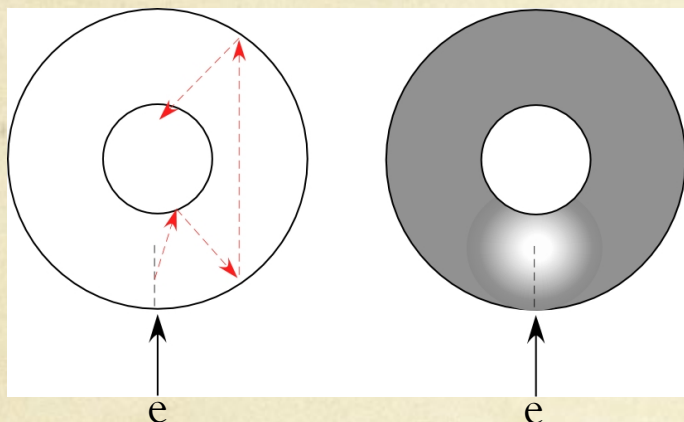
4/7/2017 Silvio Morganti

CHIR2 @Lecce 2016

si propone di rispondere alle indicazioni che vengono dai medici in ambito RGS allargando il know-how acquisito in chirone:

- ✓ rivelatori CMOS (migliore reiezione fondo γ ; maggiore eff. a basse energie) : Estensione della RGS β^- ad isotopi $\beta^+/\beta^- (\gamma)$ emittenti.
- ✓ Ottimizzazione dei rivelatori (CMOS/p-terfenil) alle caratteristiche metaboliche espresse da radio farmaci diversi dal DOTATOC: Estensione della RGS ^{90}Y a nuovi radio-farmaci
- ✓ Uso delle proprietà ottiche del p-terfenile per **rivelatori “auto segmentati”** con visione laterale e possibilità di scan θ, z .
Estensione della RGS ^{90}Y alla chirurgia non invasiva.

Confinamento della luce di scintillazione nel p-terphenil



Scintillatore
“trasparente”
($\lambda \gg r$)

P-terphenil
monocristallino
($\lambda < r$)

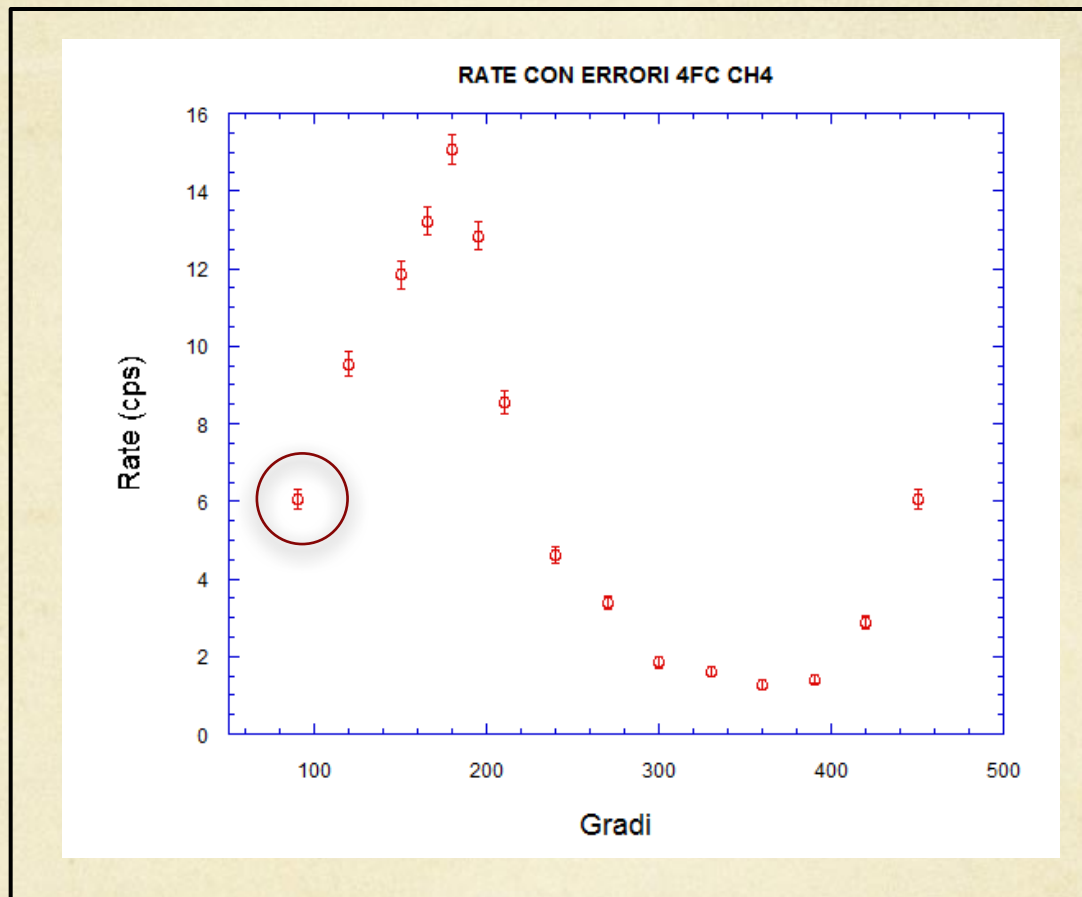
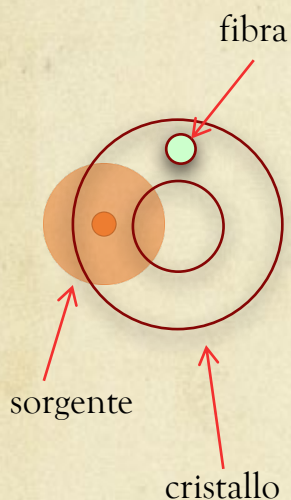
Il p-terfenile monocristallino è un materiale “opaco” con una lunghezza di attenuazione molto corta nel NUV-VIS $\lambda = 4.3 \text{ mm}$

La luce di scintillazione rimane “confinata” intorno al suo punto di emissione.

Nel caso di rivelatori di poche decine di mm^3 , questo apparente svantaggio può essere sfruttato per avere informazioni sulla distribuzione della attività nello spazio **davanti o intorno** al rivelatore

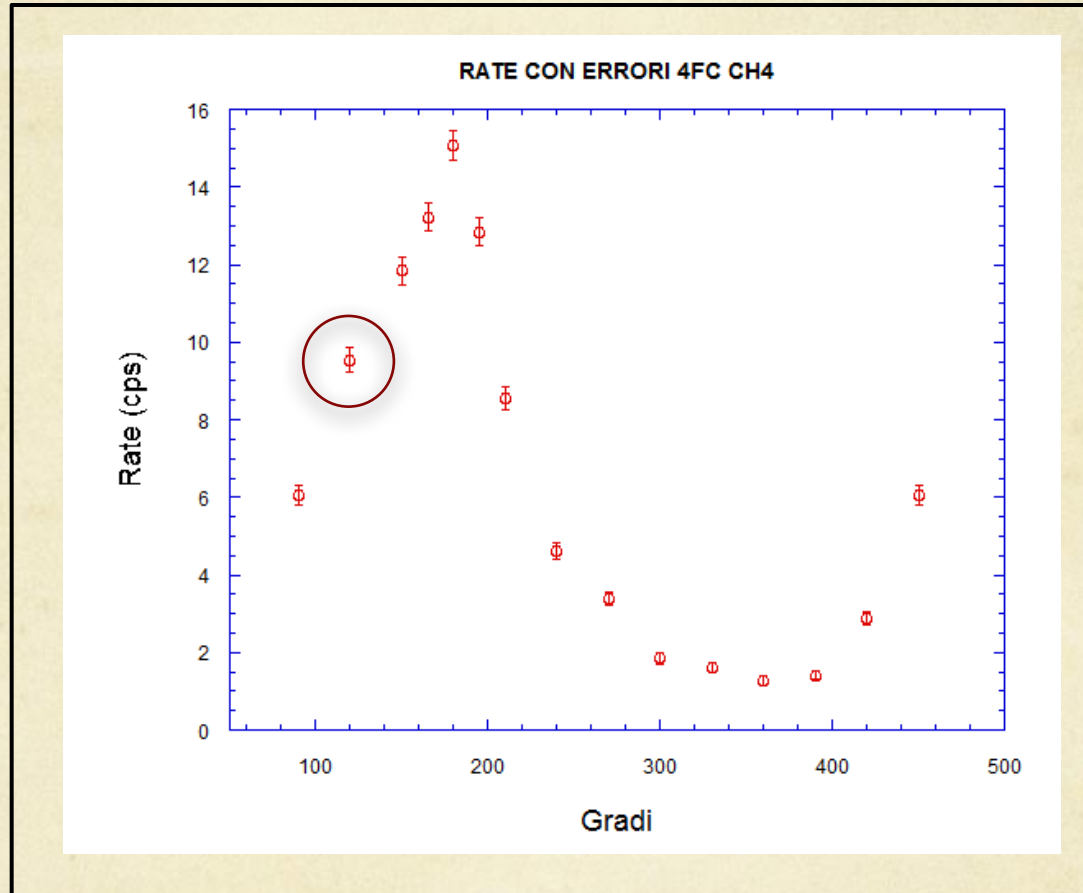
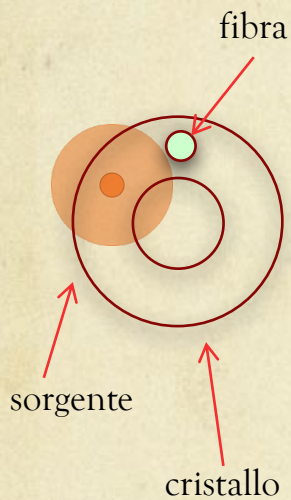
Una sonda che sfrutti questa caratteristica permetterebbe di identificare la presenza e la posizione di lesioni tumorali sulle pareti di una cavità non altrimenti ispezionabile.

Confinamento della luce di scintillazione



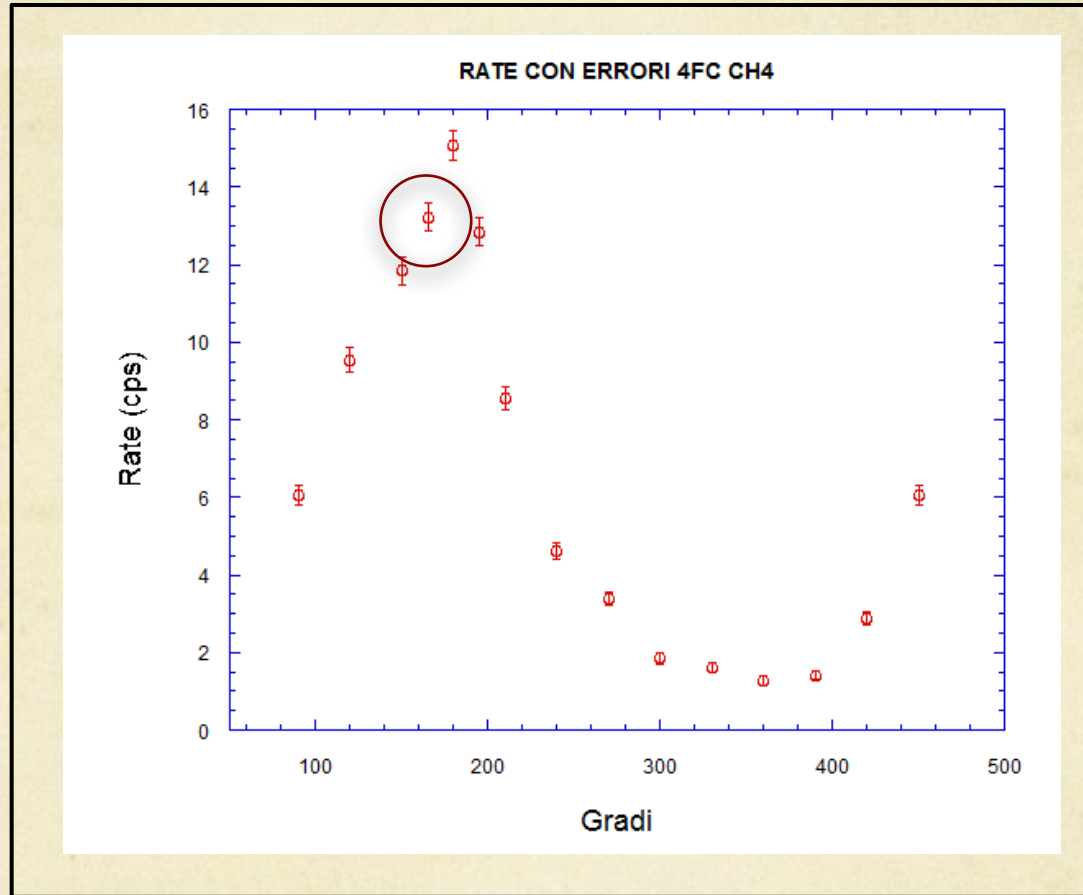
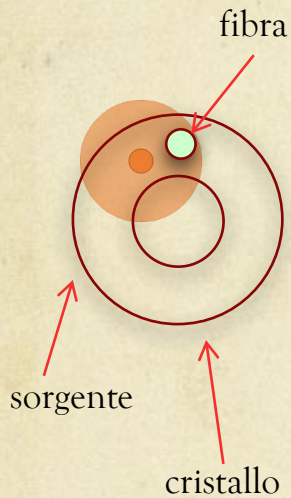
Prova “di principio”: una **sorgente puntiforme** di ^{90}Sr si muove **davanti** a un **cristallo di forma toroidale**, $d=7\text{ mm}$, $h=3\text{ mm}$, foro centrale $d=3\text{ mm}$, letto **in un punto** da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



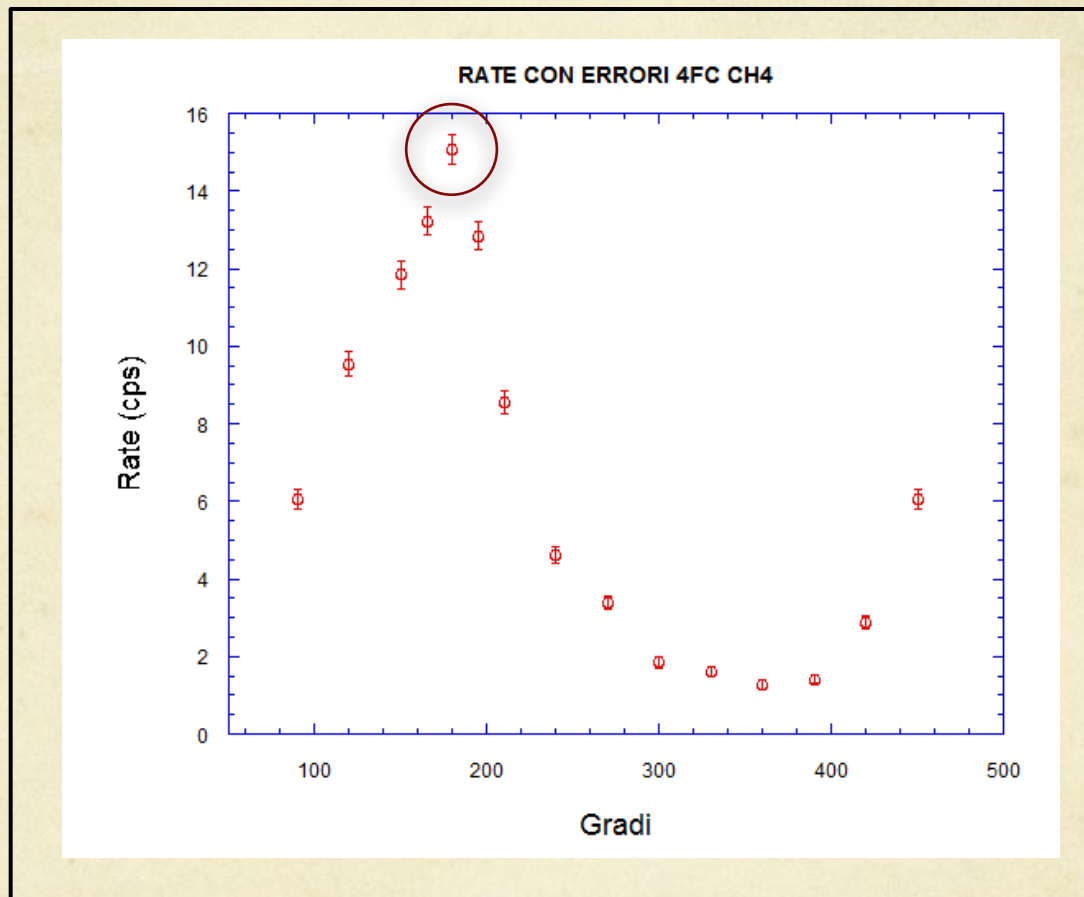
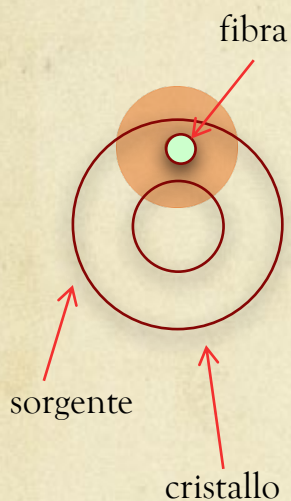
Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



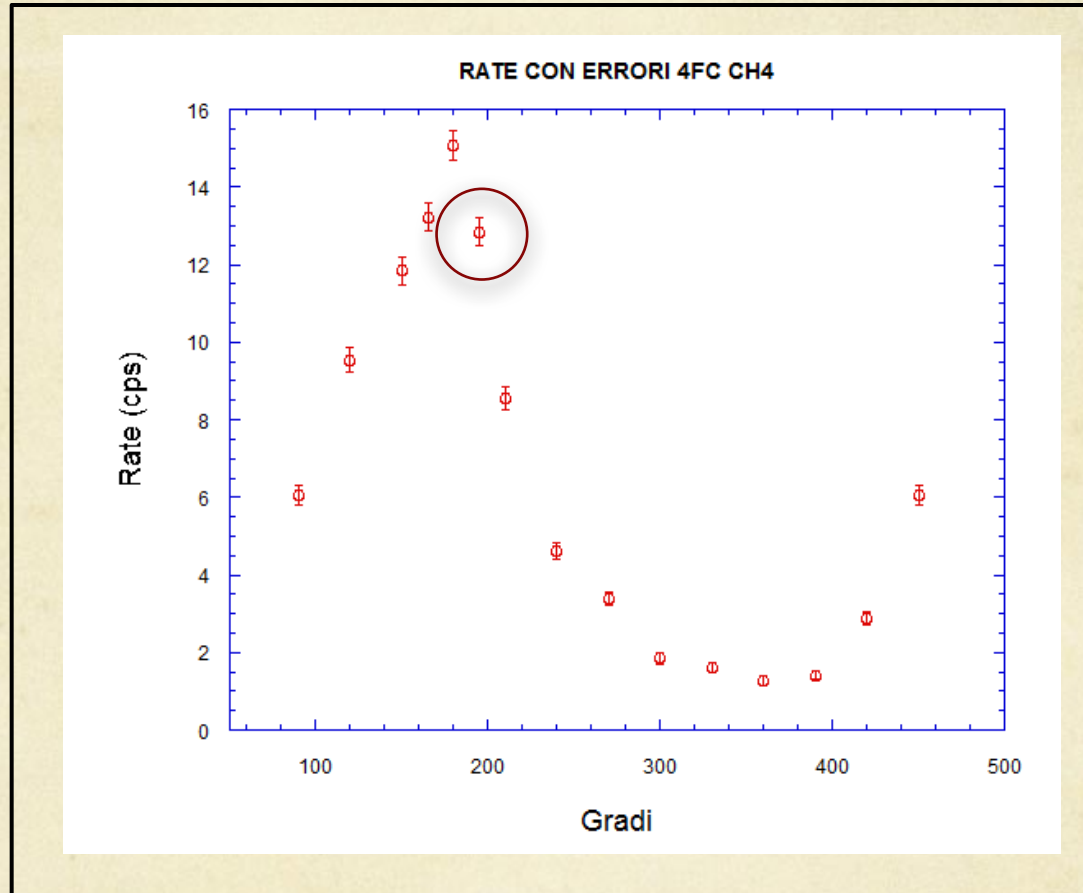
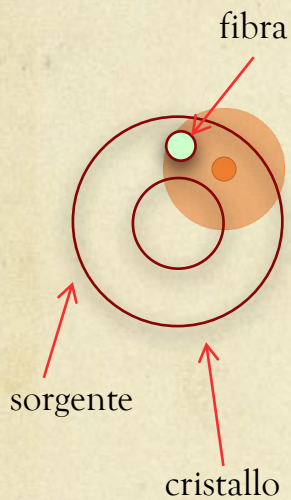
Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



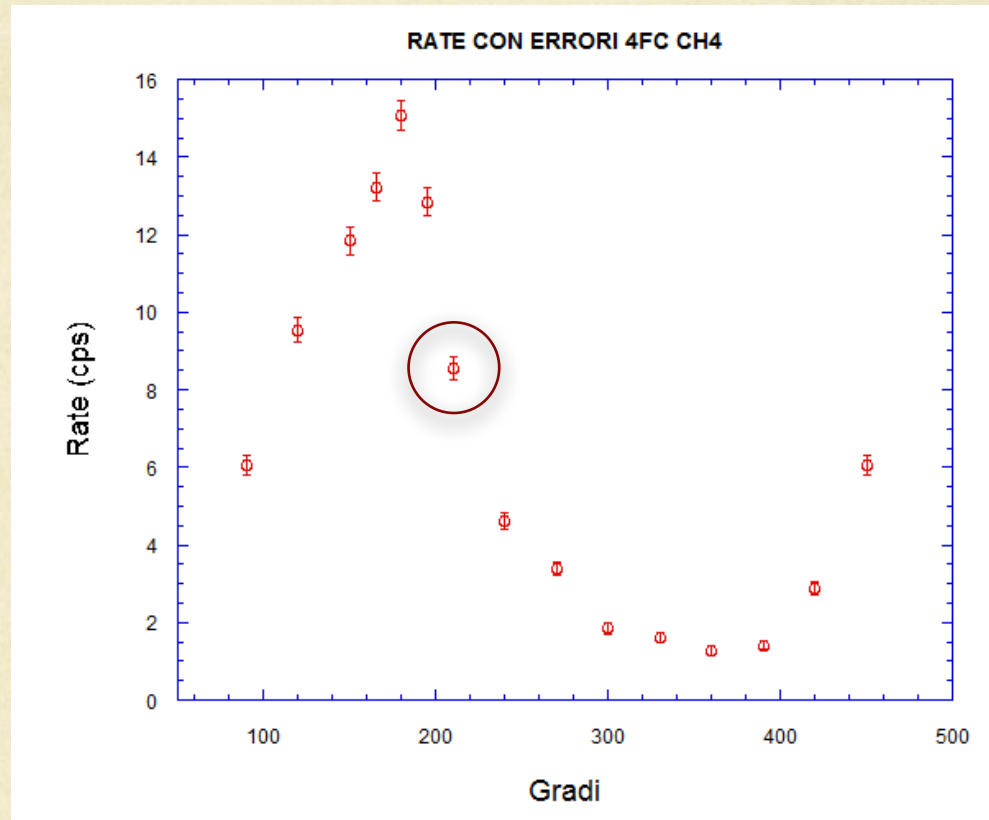
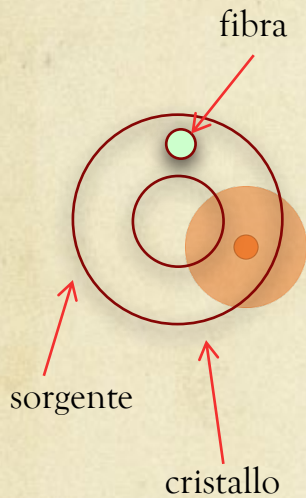
Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



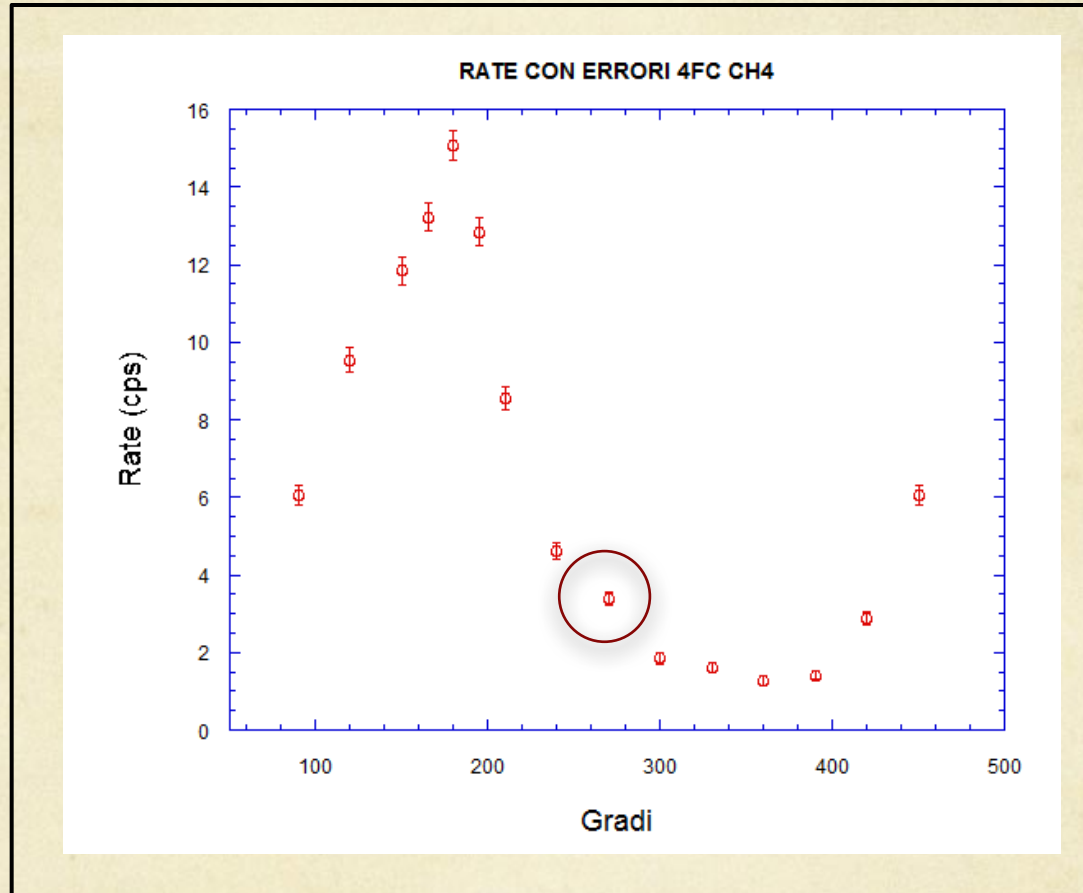
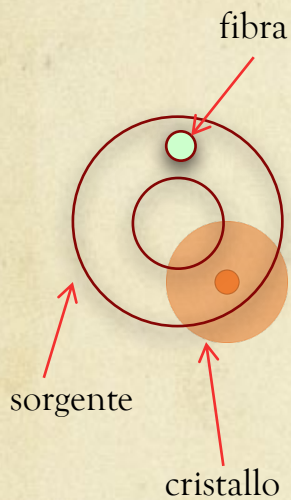
Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



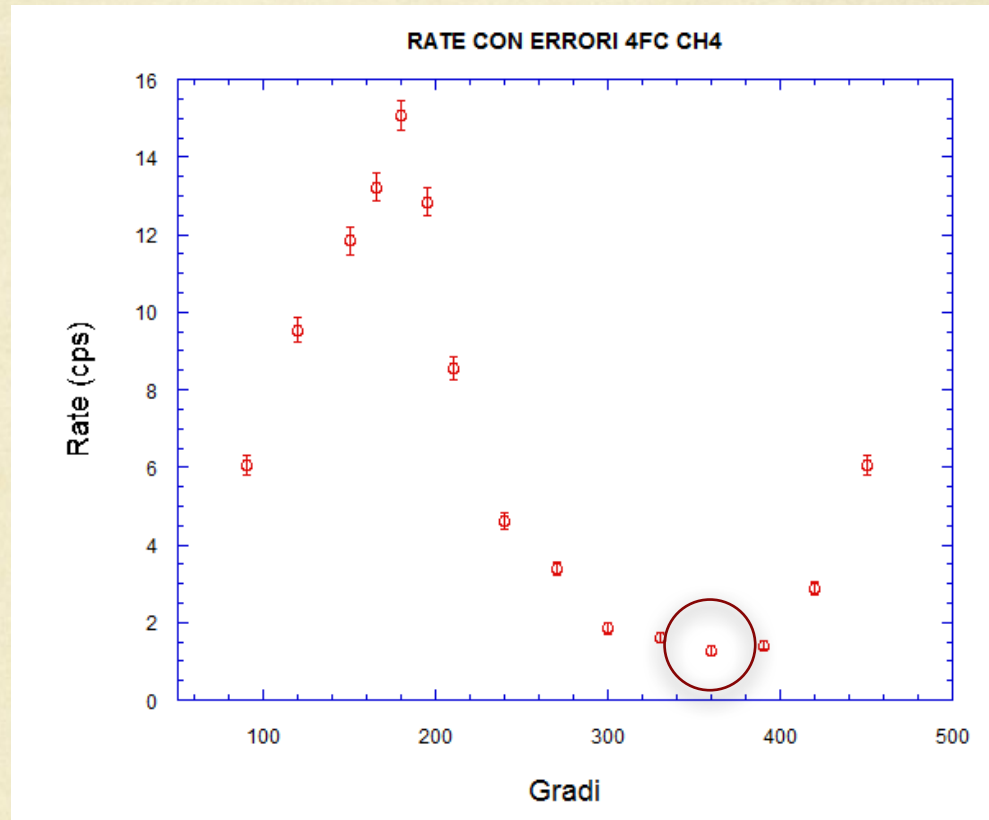
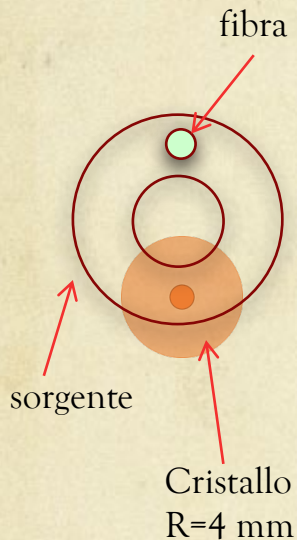
Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

Confinamento della luce di scintillazione



Una prima prova “di principio” delle potenzialità del metodo è stata realizzata muovendo una sorgente puntiforme di ^{90}Sr intorno a un cristallo di forma toroidale, $d=3,5$ mm, $h=3$ mm, foro centrale $d=3$ mm, letto da una fibra incollata su una delle facce dell’anello (a ore 12 in figura).

CHIR2 R&D 2016-17

Applicazioni delle proprietà ottiche del
P-Terphenil in ambito RGS-⁹⁰Y

Case study 1: applicazioni in campo neurochirurgico

Boglas et al. 2009

Abstract: The survival outcome of patients suffering from **gliomas** is directly linked to the complete surgical resection of the tumor. To help the surgeons to delineate precisely the boundaries of the tumor, we developed an **intraoperative positron probe** with background noise rejection capability. **The probe** was designed to be **directly coupled to the excision tool** such that **detection and removal of the radiolabelled tumours could be simultaneous.**

Boglas et al. 2009: integrazione probe con aspiratore chirurgico (FDG)

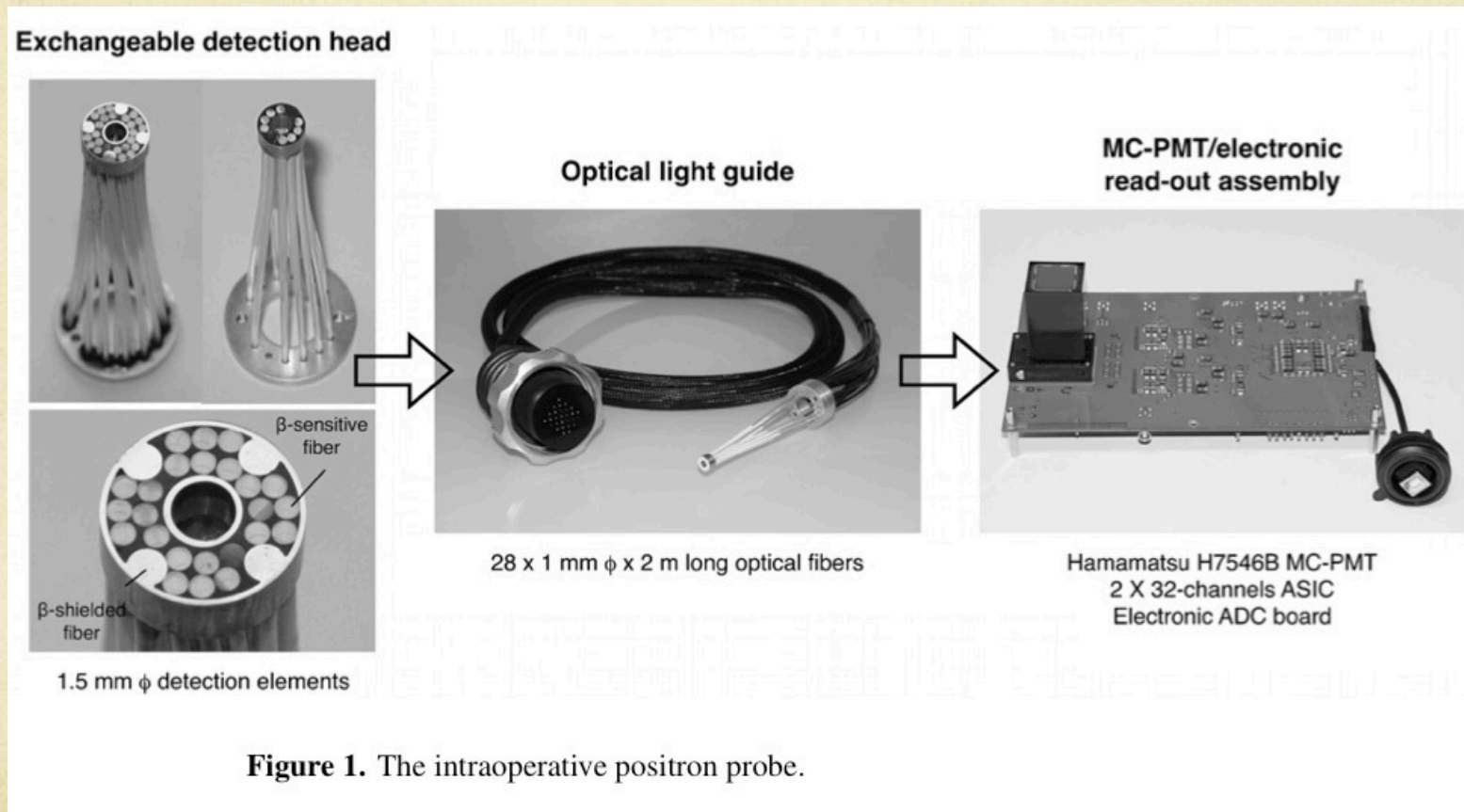


Figure 1. The intraoperative positron probe.

Boglas et al. 2009: integrazione probe con aspiratore chirurgico (FDG)

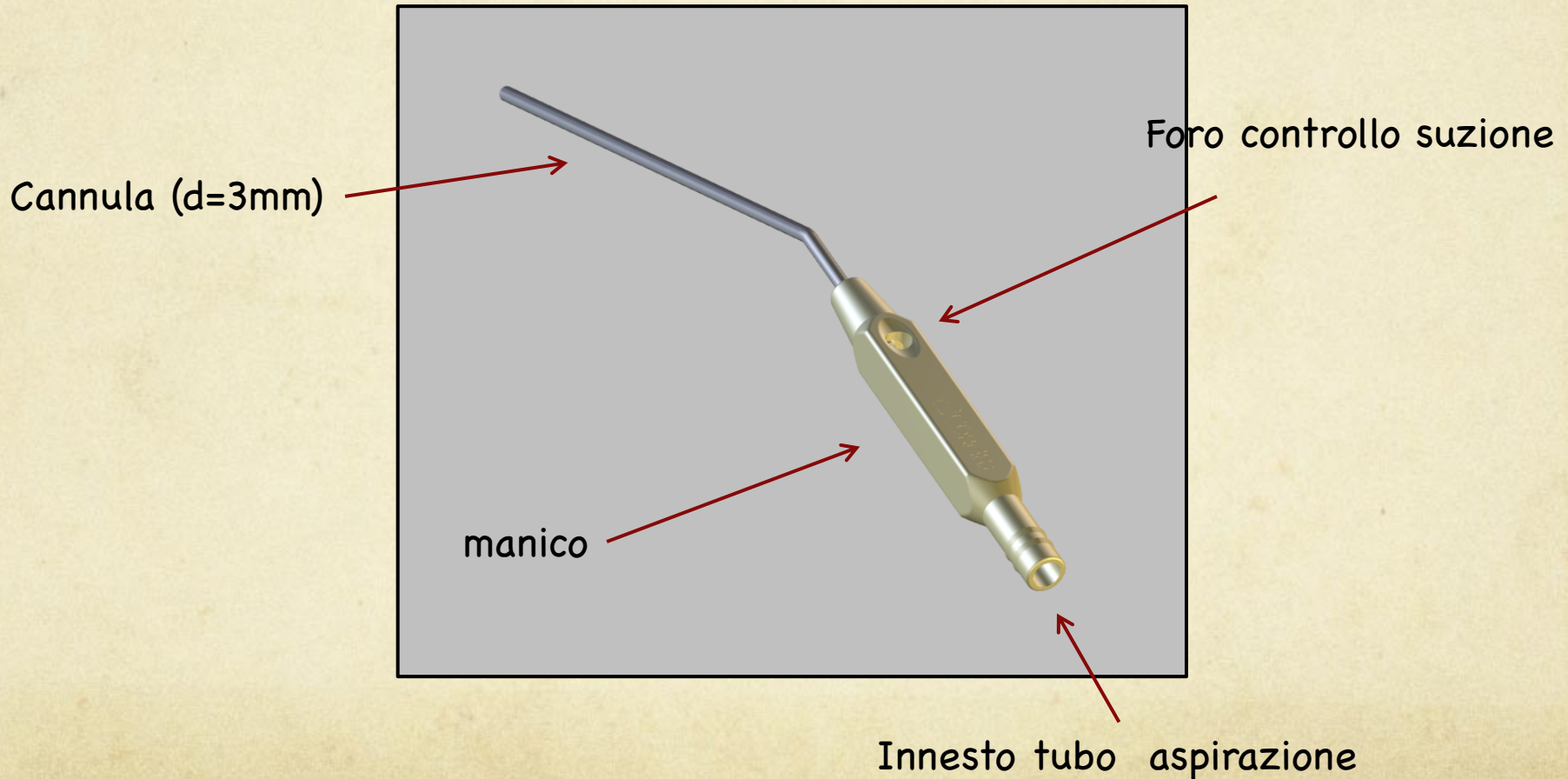


CHIR2 2016/17: studio preliminare
integrazione sonda intraoperatoria β^- con
aspiratore chirurgico^(*).

(*) Applicazione: neurochirurgia cerebrale

CHIR2 2016: studio integrazione probe con aspiratore chirurgico

Aspiratore tipo "frazier"



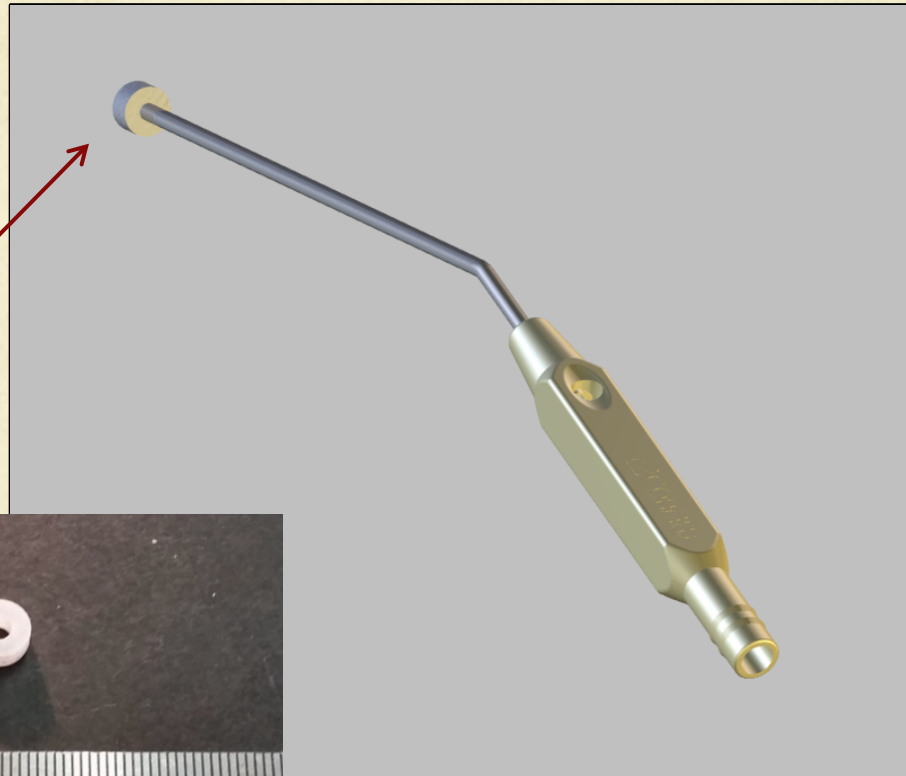
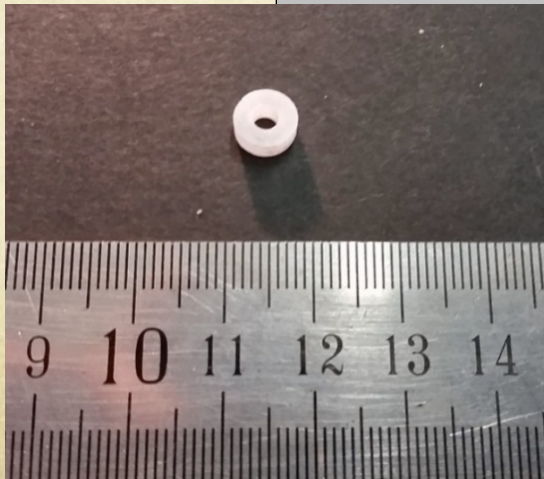
Incontro referee 4-07-2017

Modellizzazione CAD: G. Ioannidis

CHIR2 2016: studio integrazione probe con aspiratore chirurgico

Aspiratore tipo "frazier"

P_terphenil ring
(d=7mm)

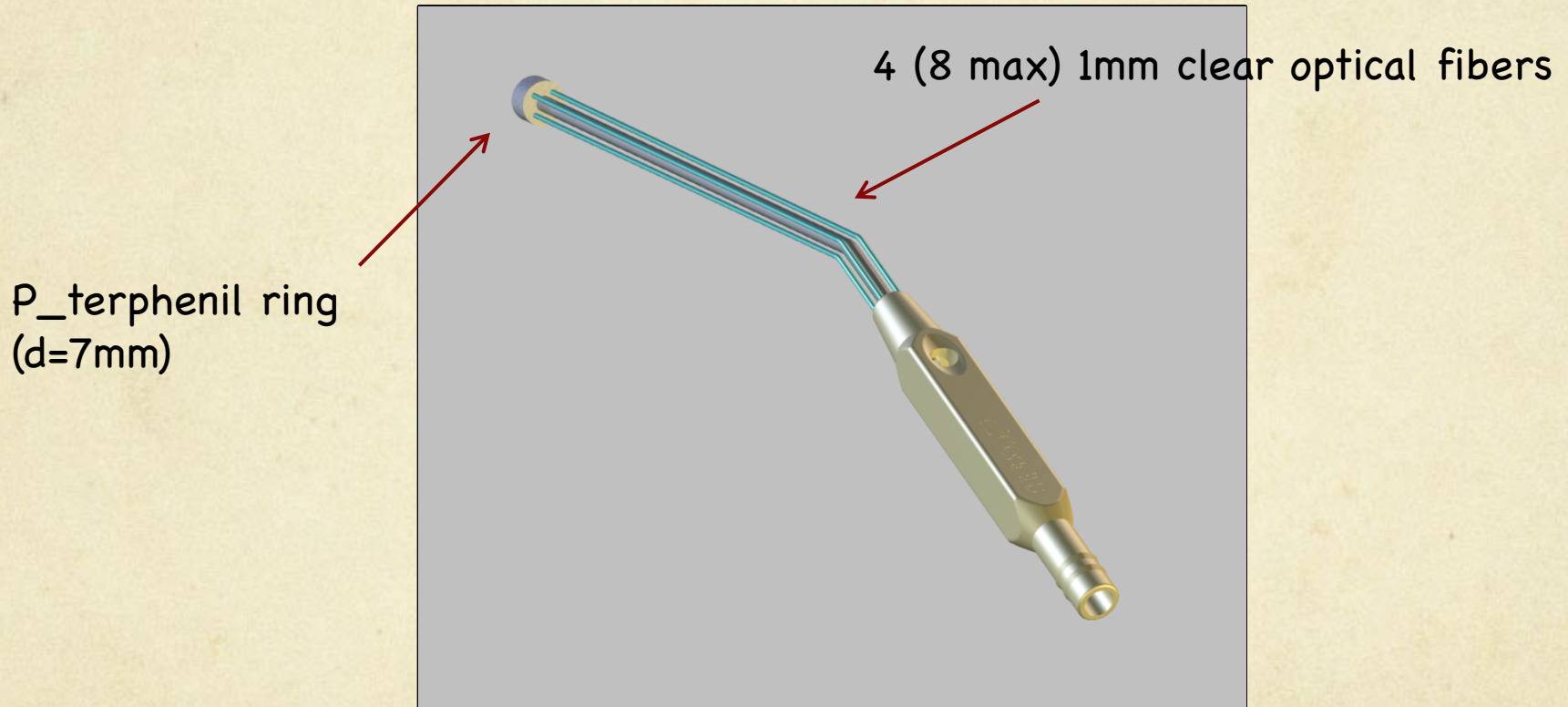


Incontro referee 4-07-2017

Modellizzazione CAD: G. Ioannidis

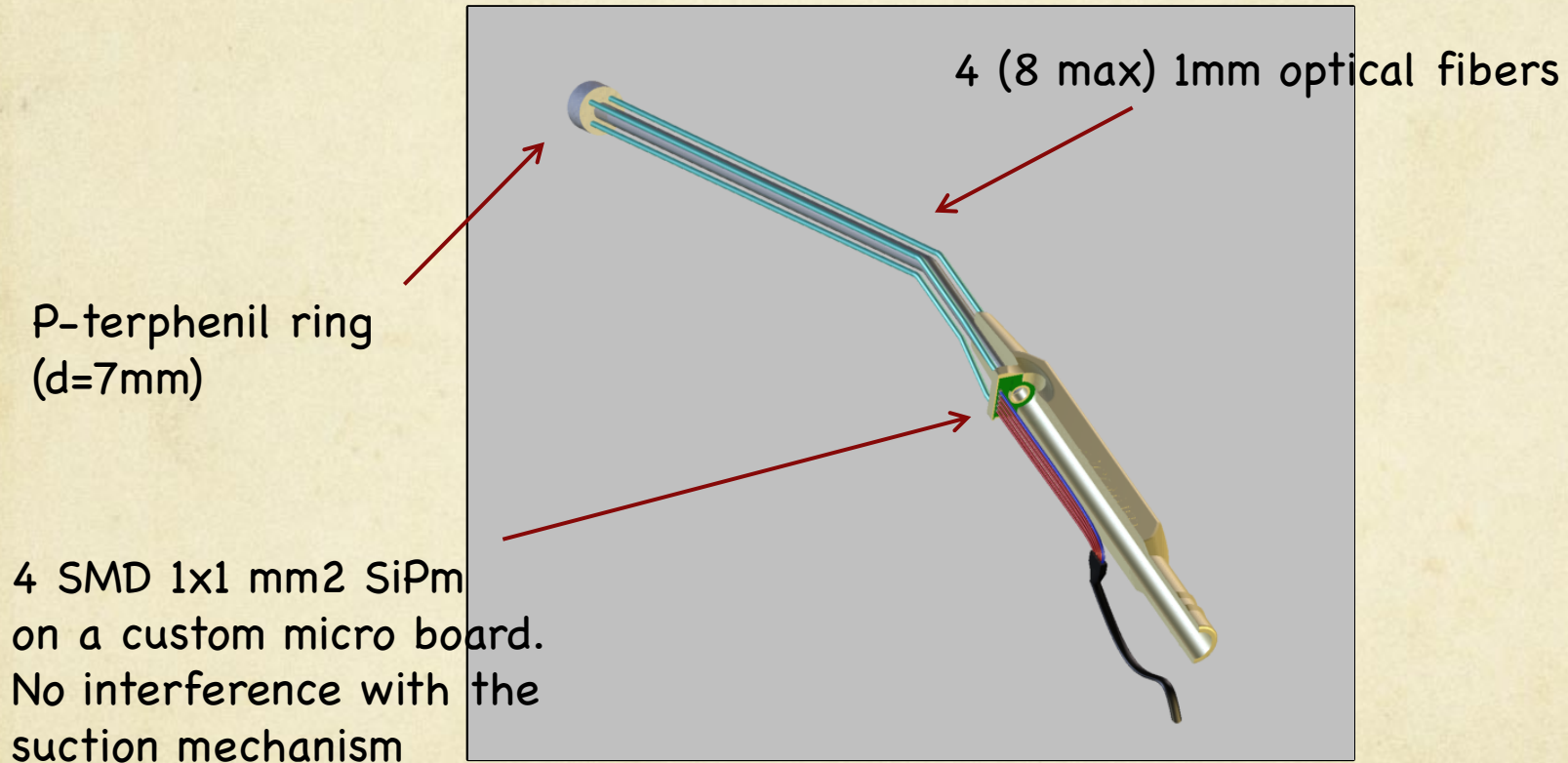
CHIR2 2016: studio integrazione probe con aspiratore chirurgico

Aspiratore tipo "frazier"



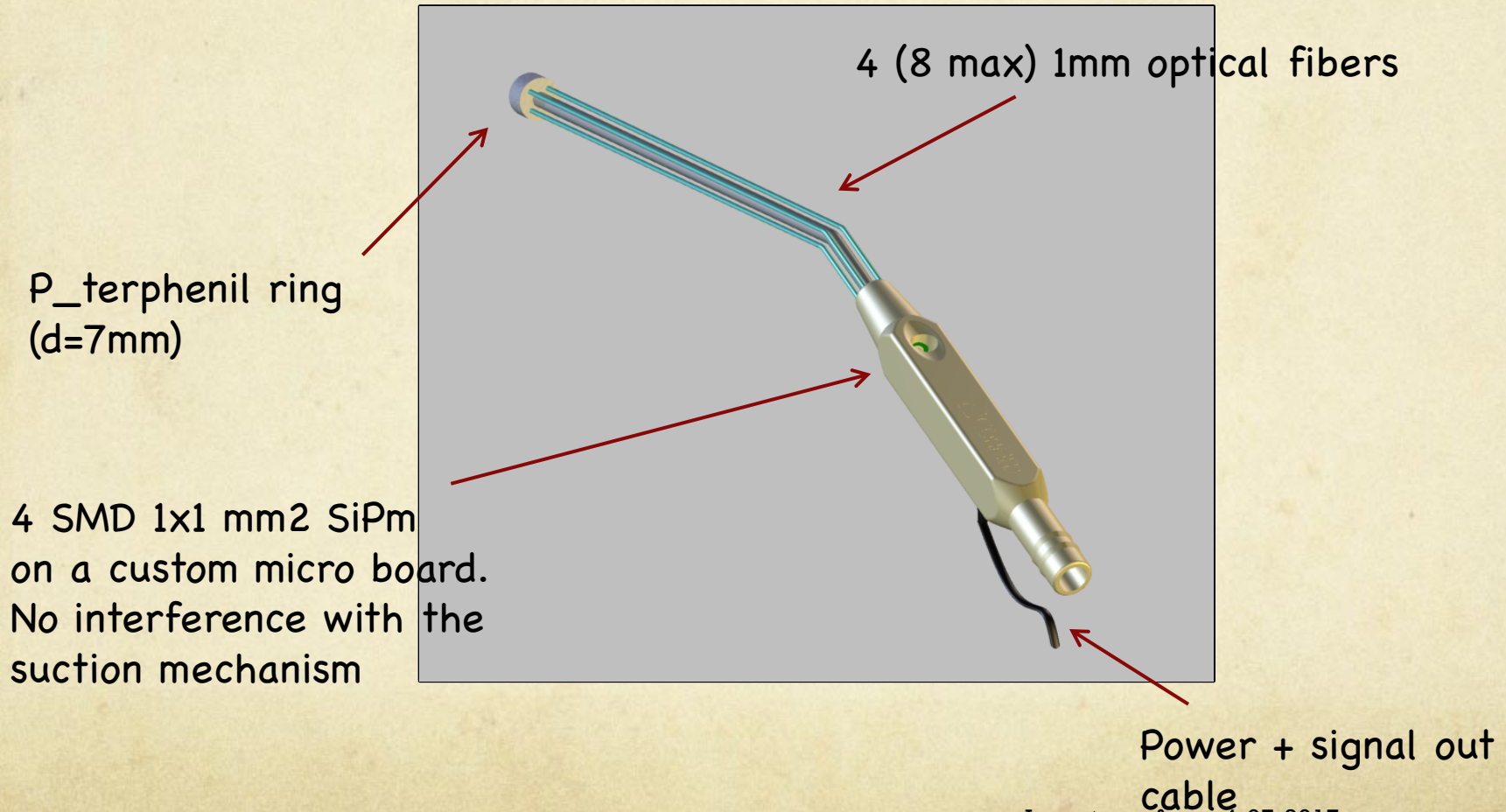
CHIR2 2016: studio integrazione probe con aspiratore chirurgico

Aspiratore tipo "frazier"



CHIR2 2016: studio integrazione probe con aspiratore chirurgico

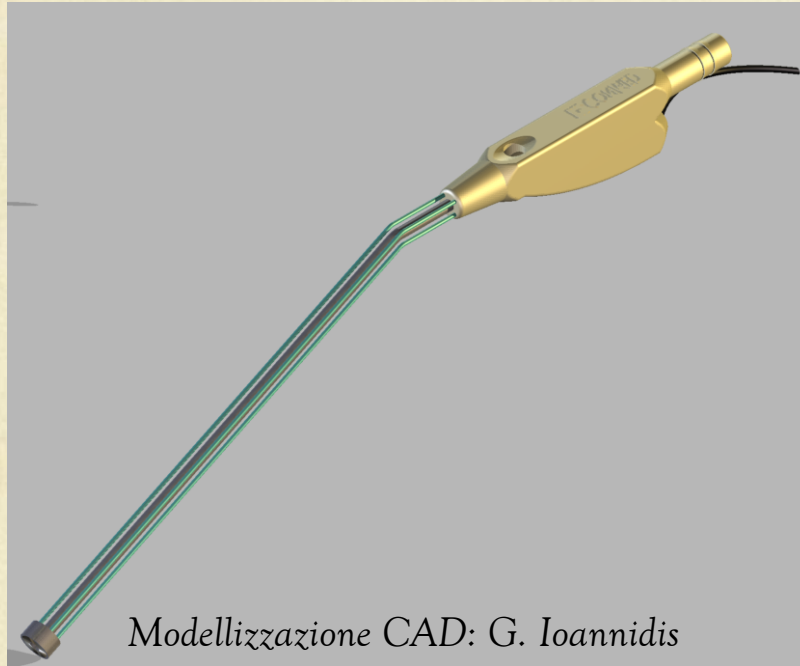
Aspiratore tipo "frazier"



Incontro referee 4-07-2017

Modellizzazione CAD: G. Ioannidis

CHIR2 2016: studio integrazione probe con aspiratore chirurgico



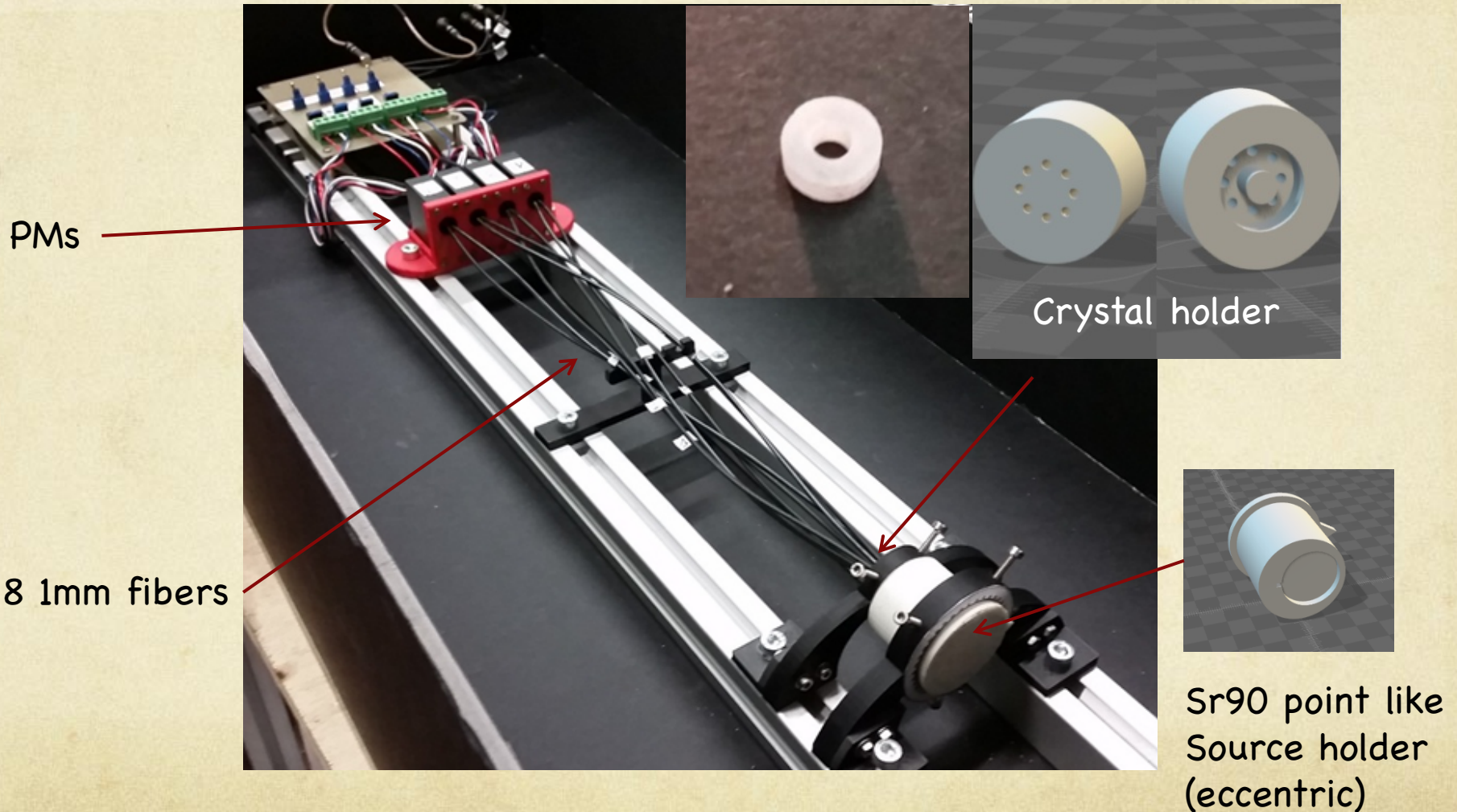
Modellizzazione CAD: G. Ioannidis



Boglas et. Al 2009

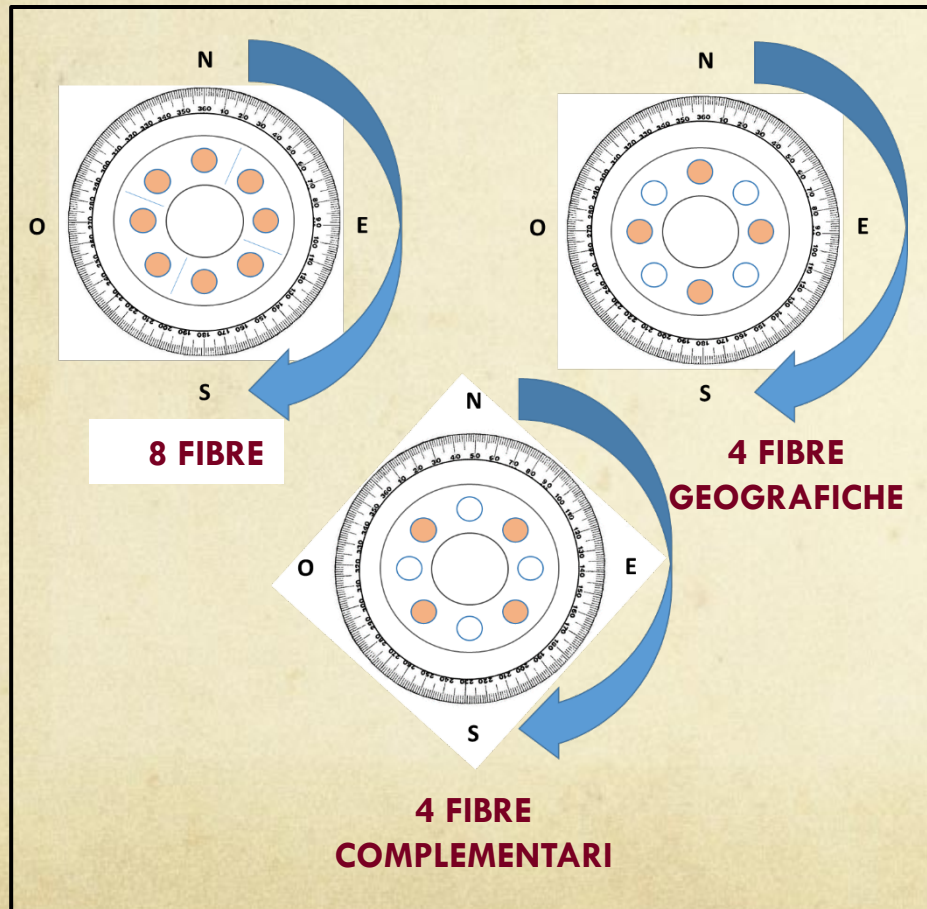
Incontro referee 4-07-2017

CHIR2 2016: integrazione probe con aspiratore chirurgico. Test.

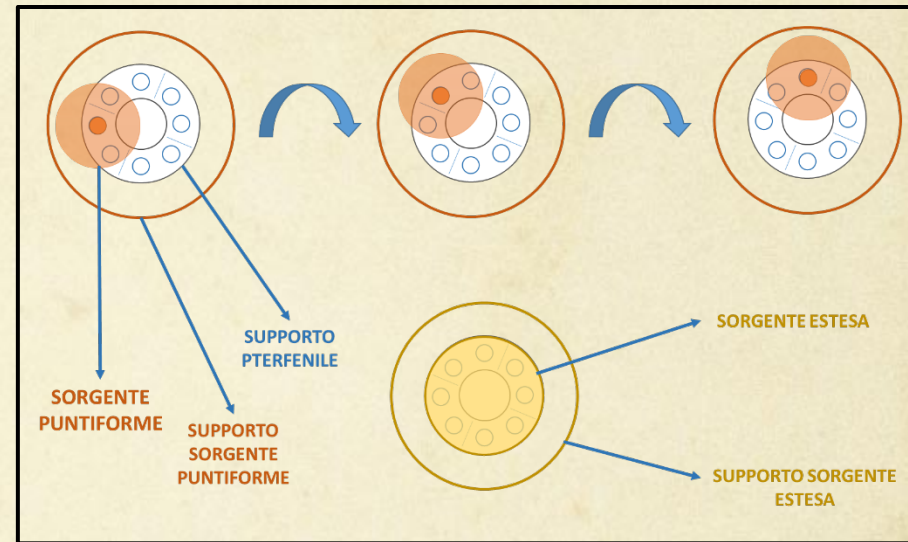


CHIR2 2016: integrazione probe con aspiratore chirurgico. Test.

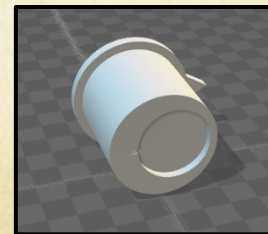
CONFIGURAZIONI HARDWARE



MODALITÀ DI ACQUISIZIONE

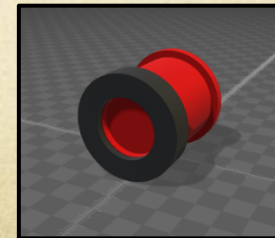


Sorgente puntiforme



⁹⁰Sr

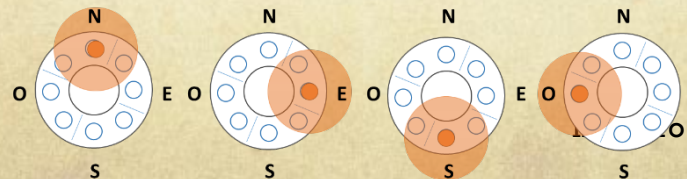
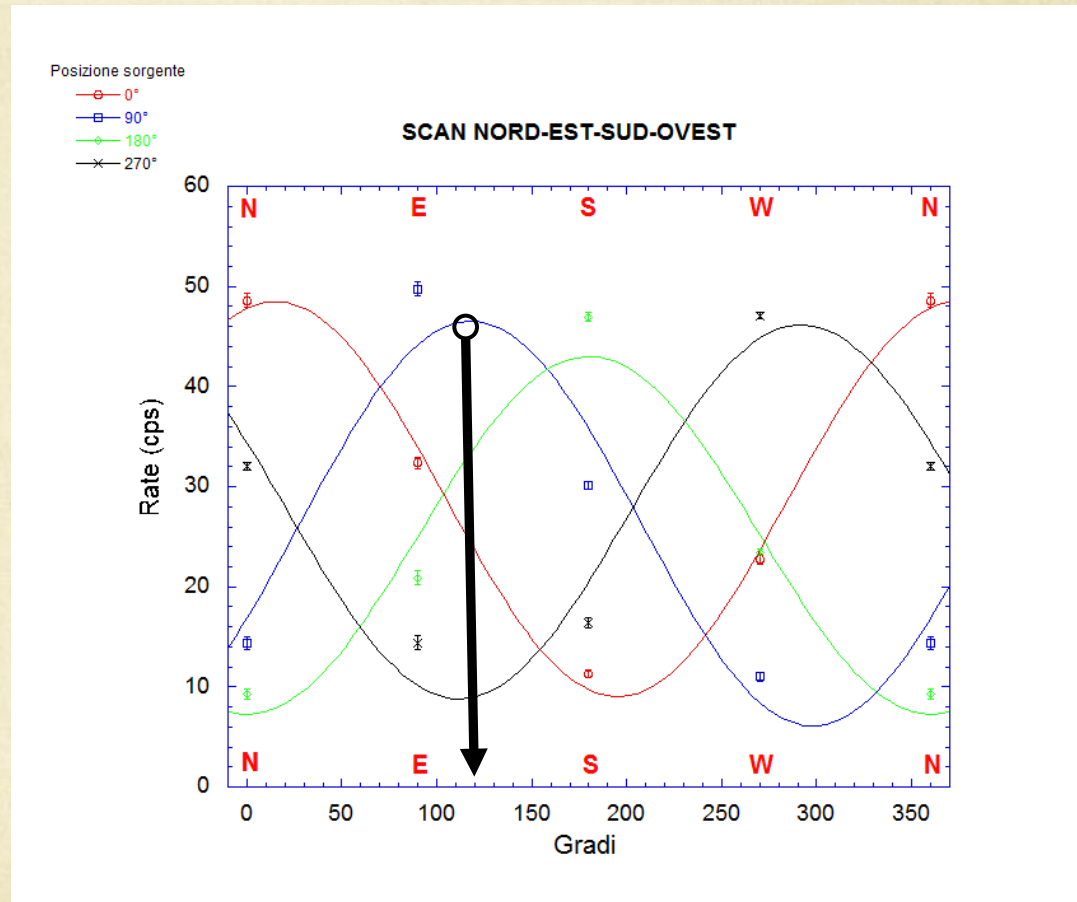
Sorgente estesa



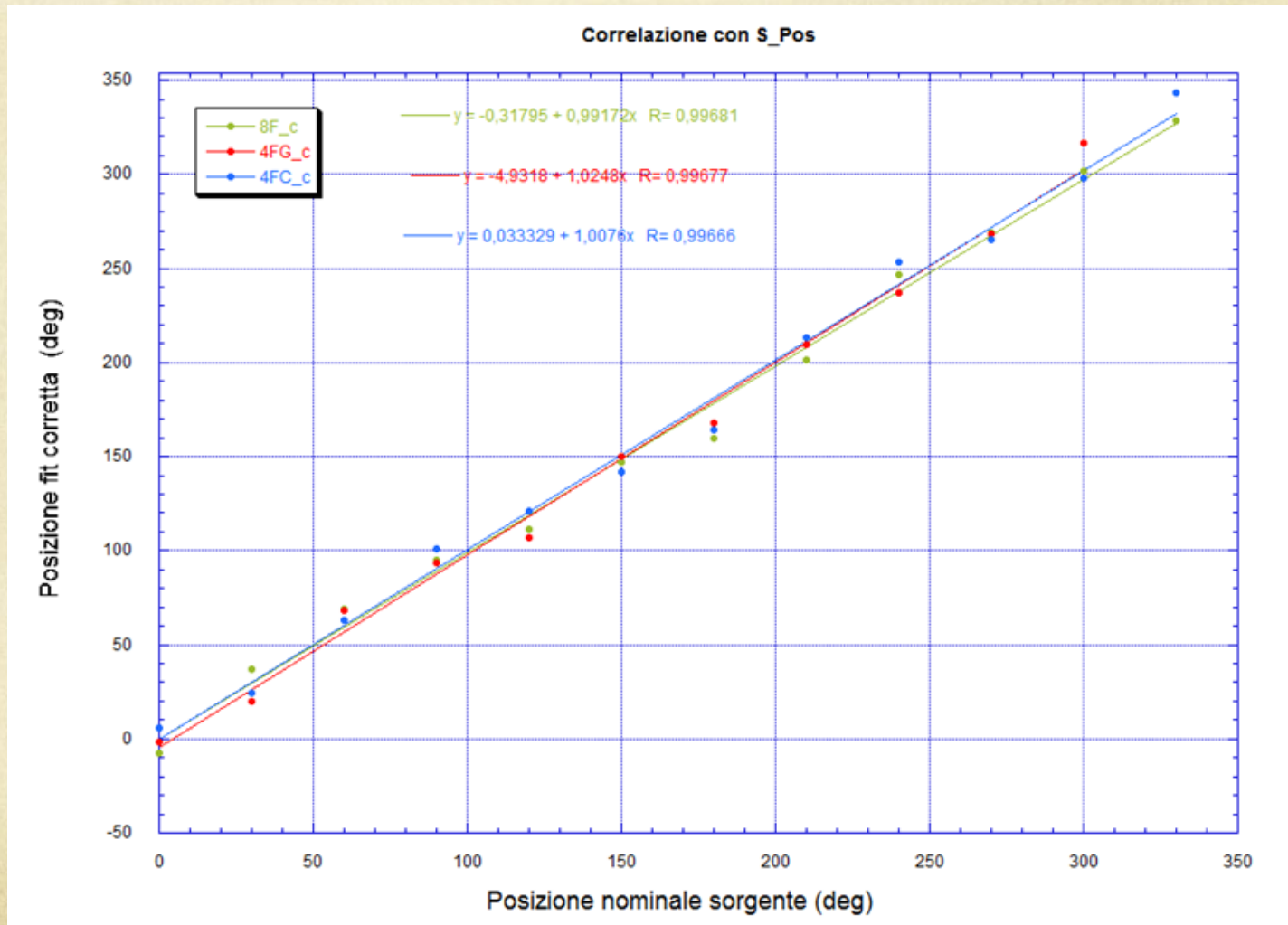
Attività nominale: 0,37 kBq Fonte: referenze 4-07-2017 Attività nominale: 2,54 kBq

CHIR2 2016: integrazione probe con aspiratore chirurgico. Test.

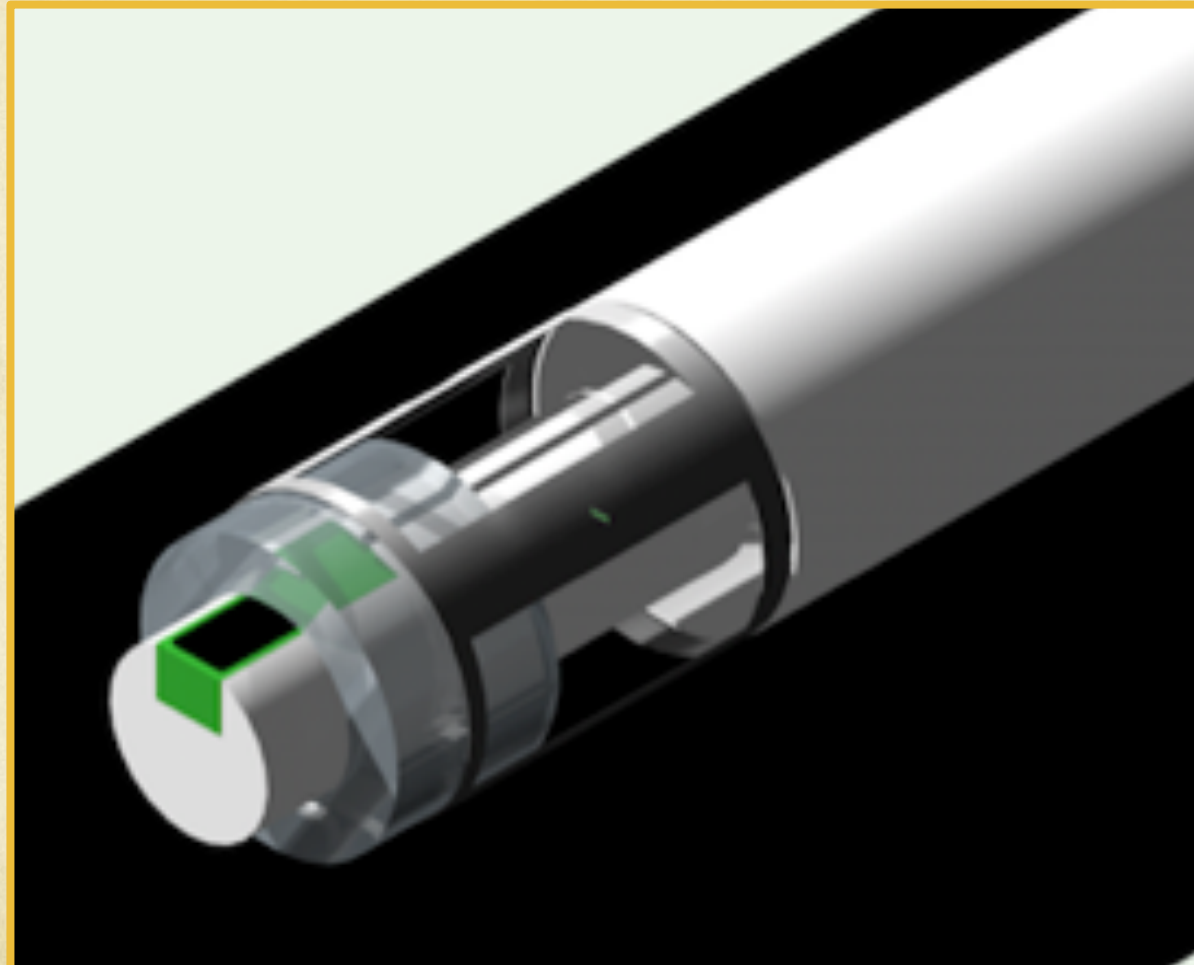
8 FIBRE



CHIR2 2016: integrazione probe con aspiratore chirurgico (DOTATOC-90Y)



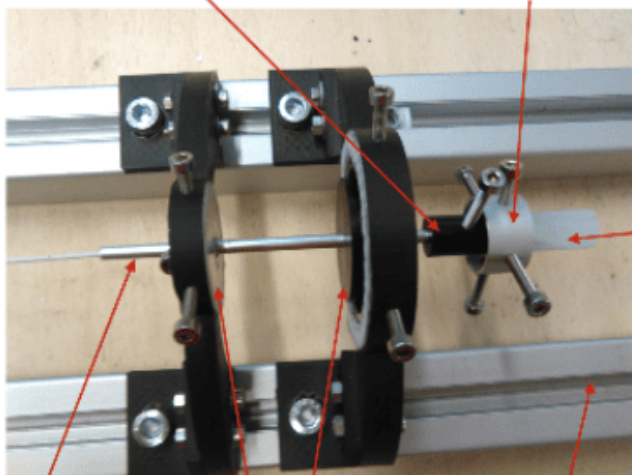
Case study 2: applicazioni endo-laparoscopiche



CHIR2: RGS Laparoscopica

cilindro supporto cristallo

"timone" per la rotazione cristallo e sipm



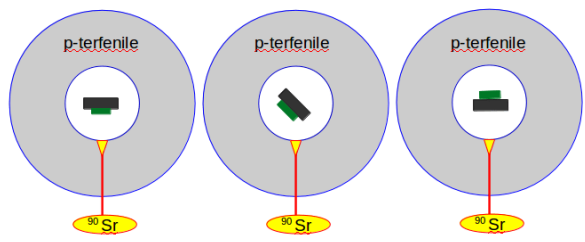
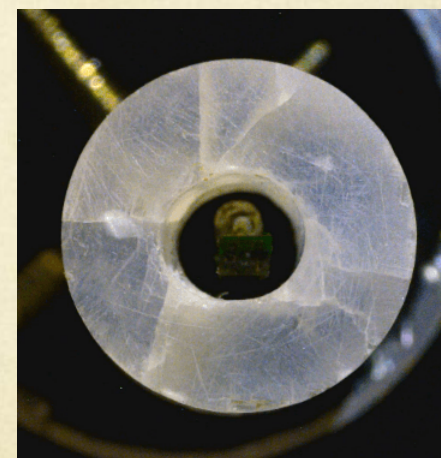
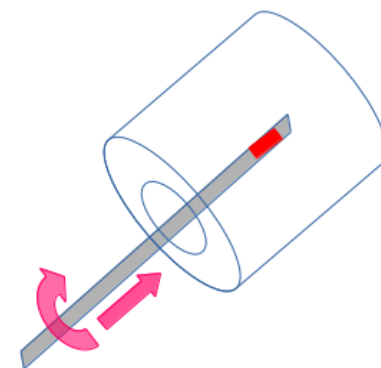
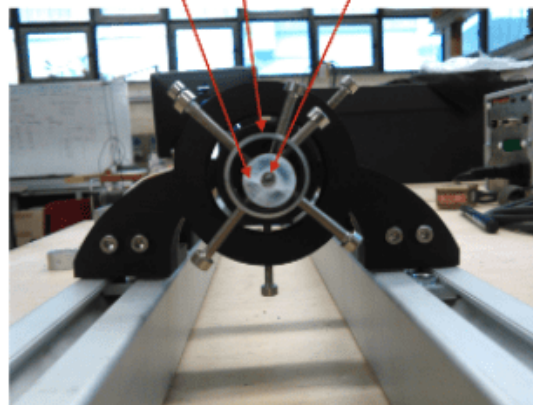
cannula

guida

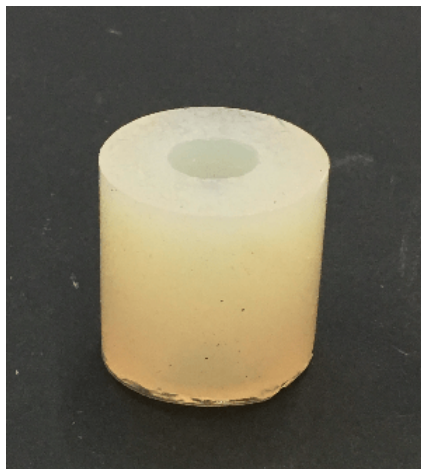
cilindro supporto cannula

cristallo

Sipm

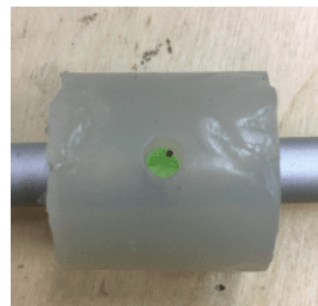
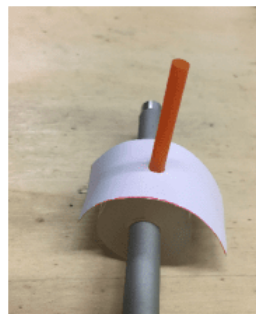


CHIR2: RGS Laparoscopica

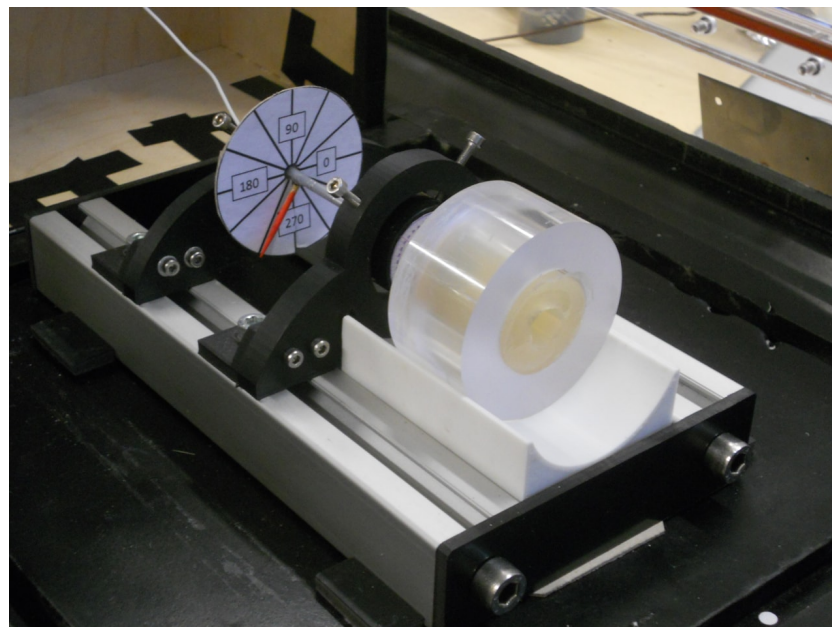


Il cilindro in Agar-Agar rappresenta **tutto** il volume che contribuisce al fondo di tessuto sano.

$$V_{\text{agar}} = 17,56 \text{ ml}$$



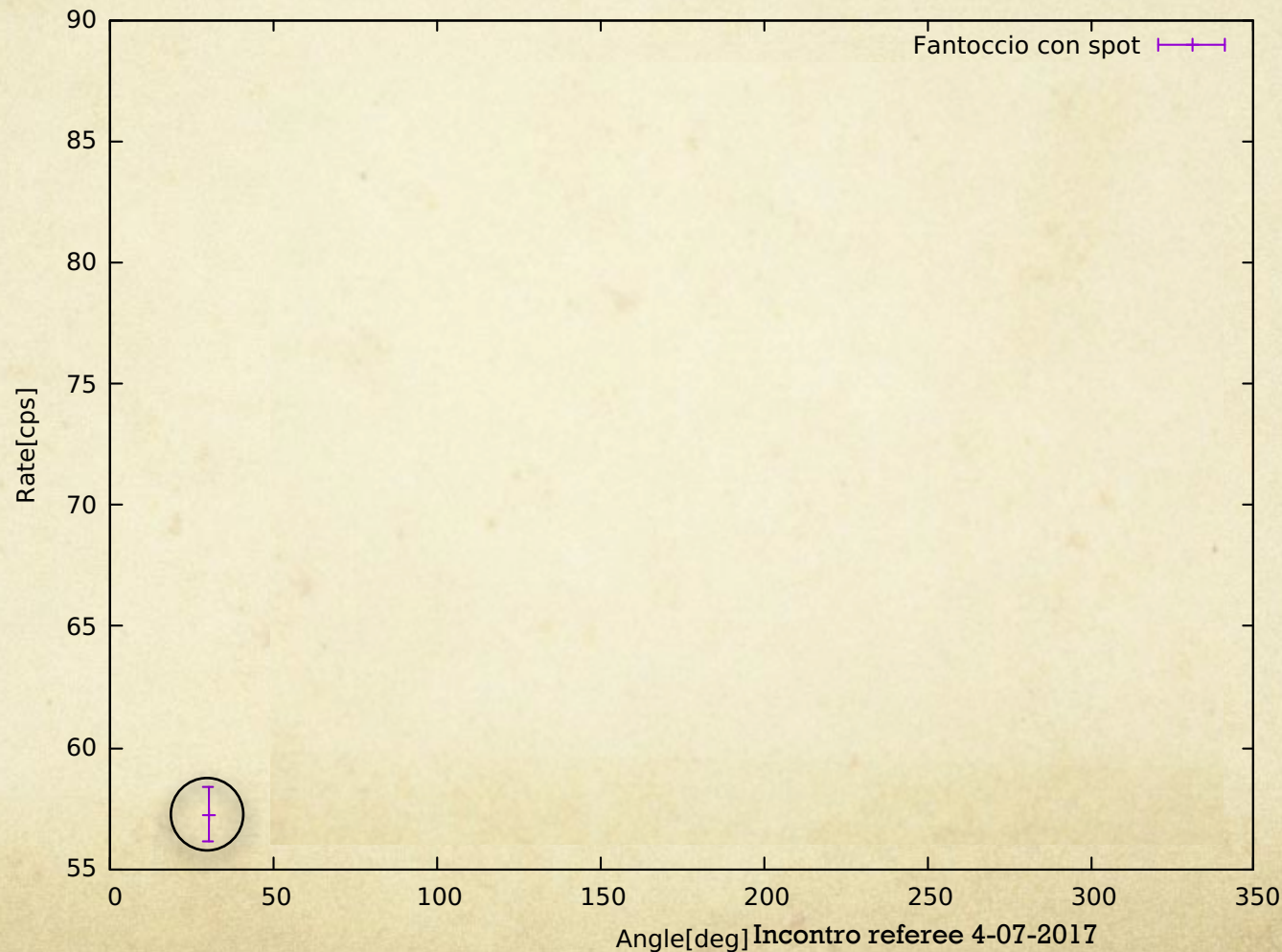
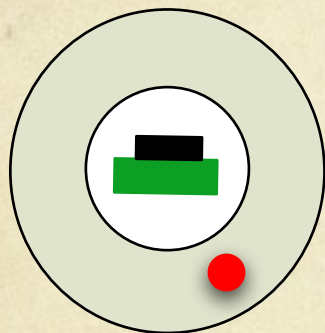
Phantom di un tumore da 0,07ml, impiantato in un cilindro di Agar agar attivato con ^{90}Y (TNR=10:1)



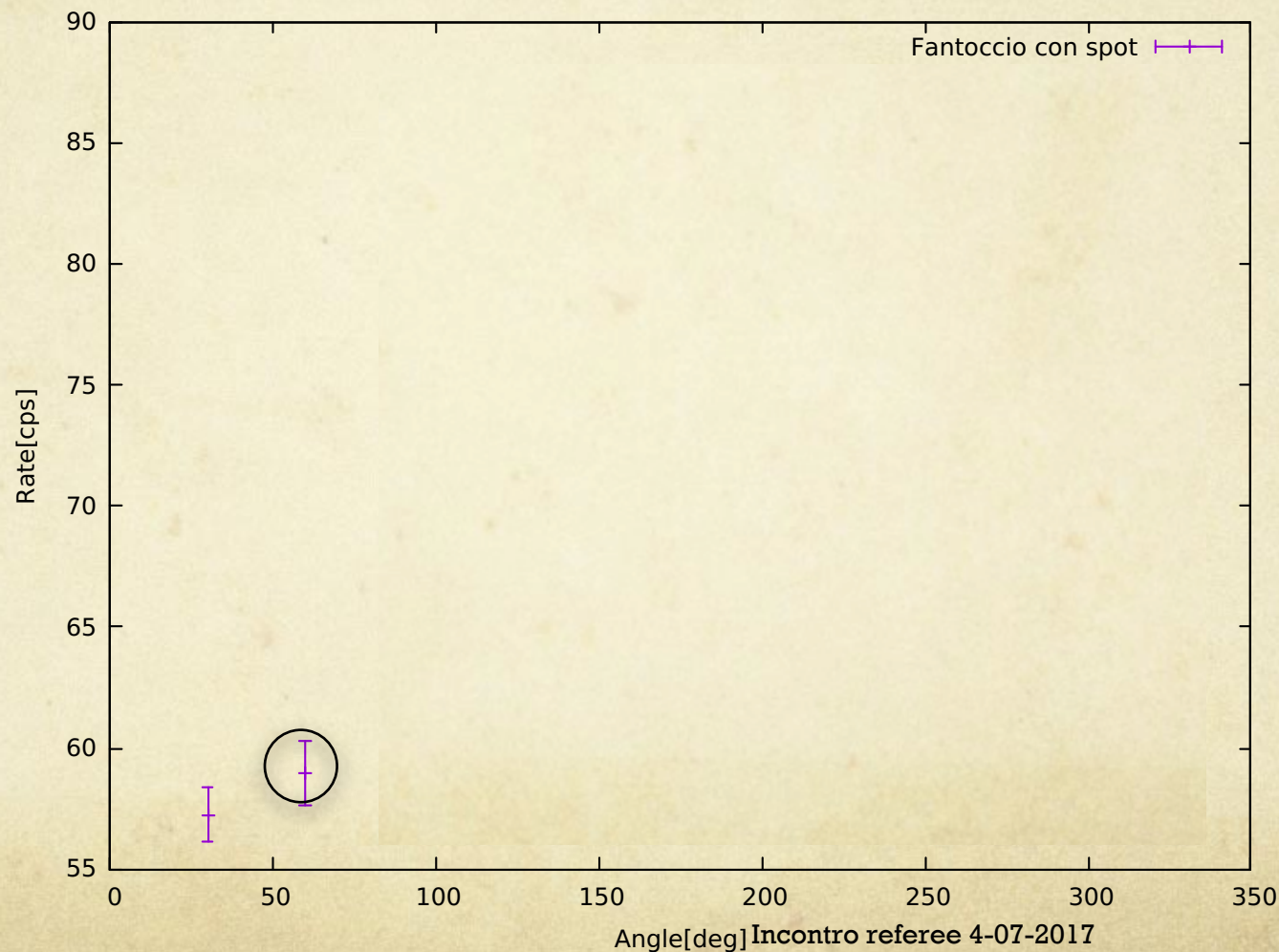
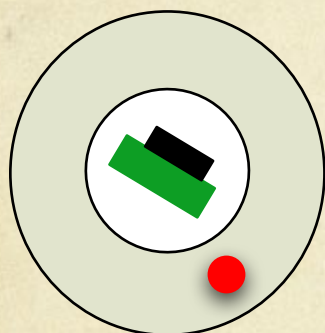
$$A_{\text{spot}} = 2,4 \text{ KBq}$$

$$A_{\text{agar}} = 53 \text{ KBq}$$

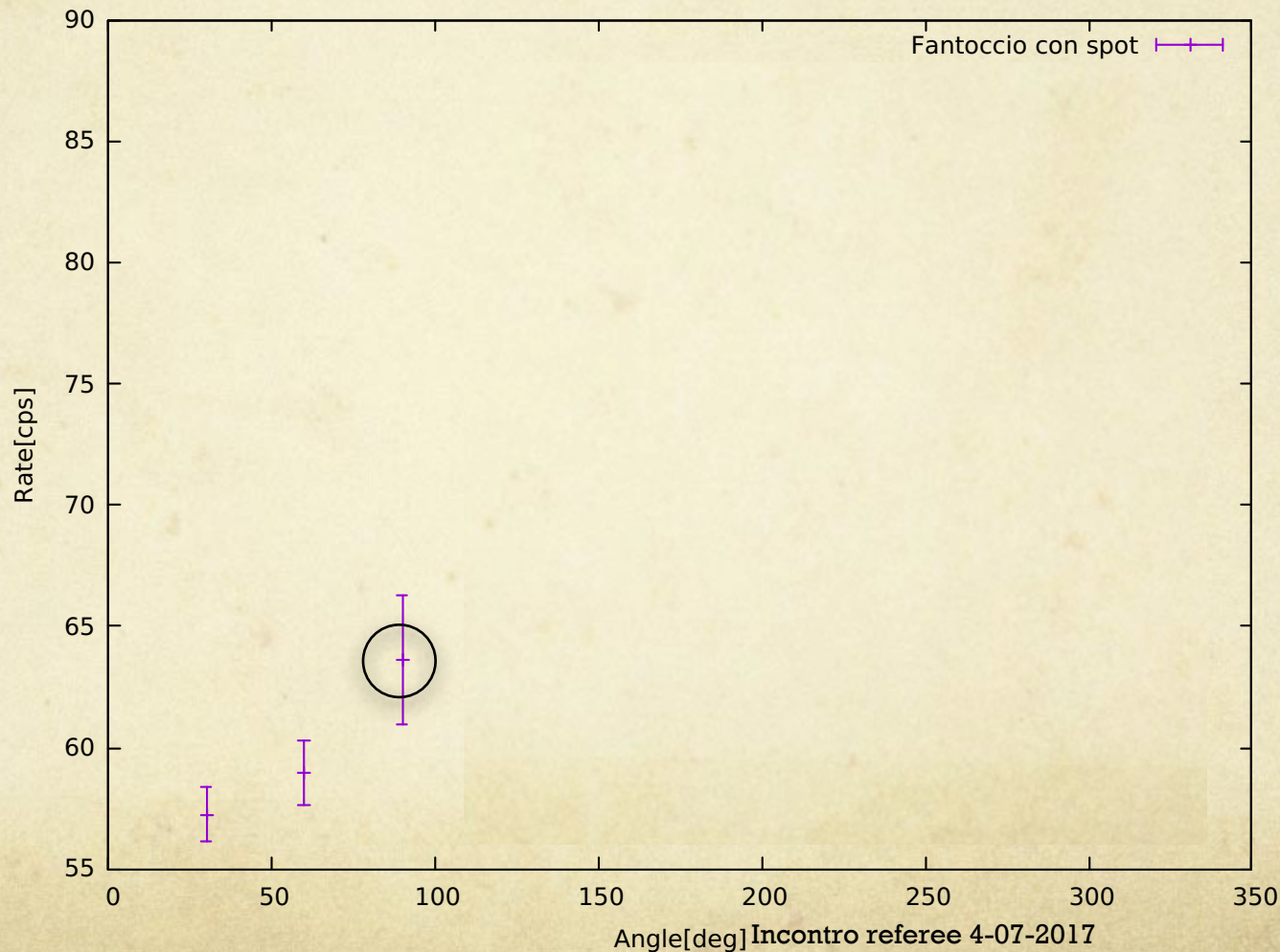
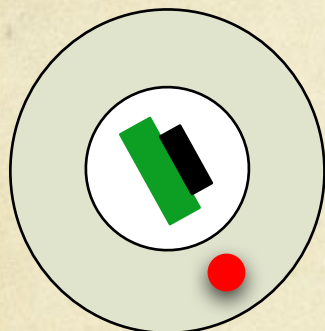
CHIR2: RGS Laparoscopica



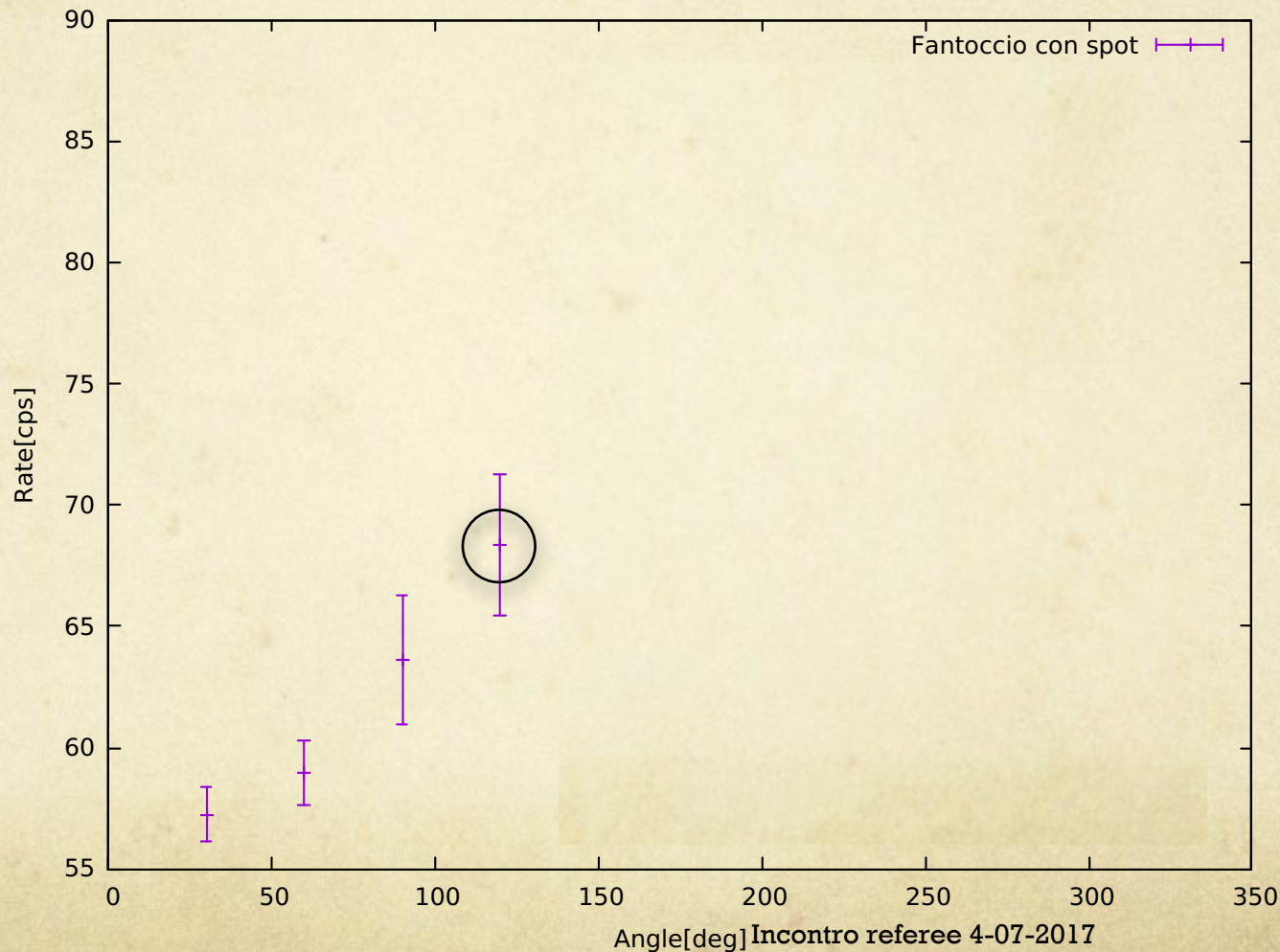
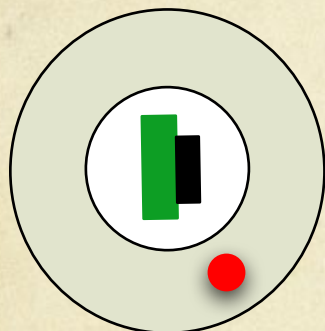
CHIR2: RGS Laparoscopica



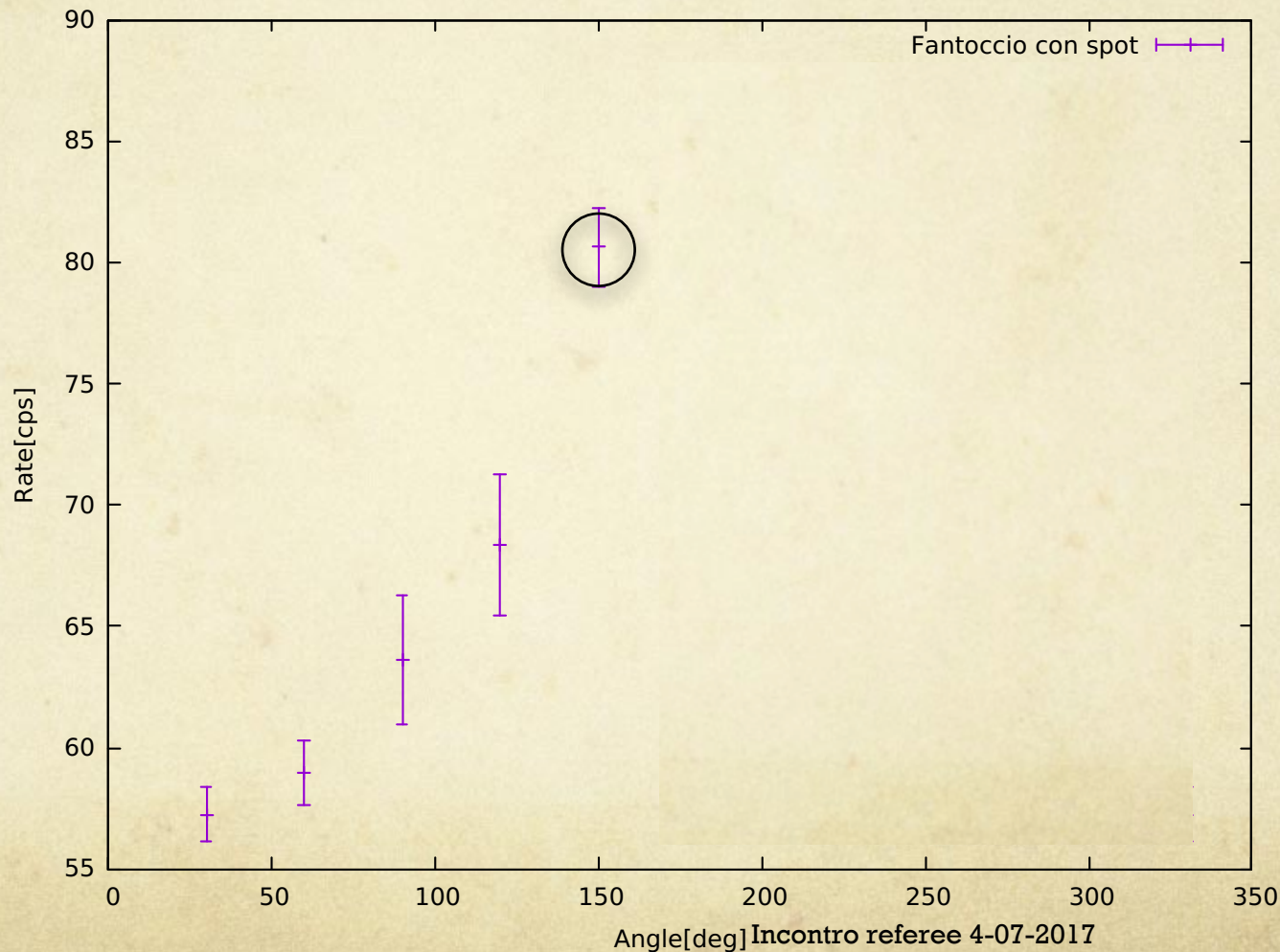
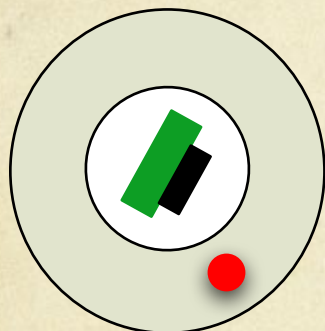
CHIR2: RGS Laparoscopica



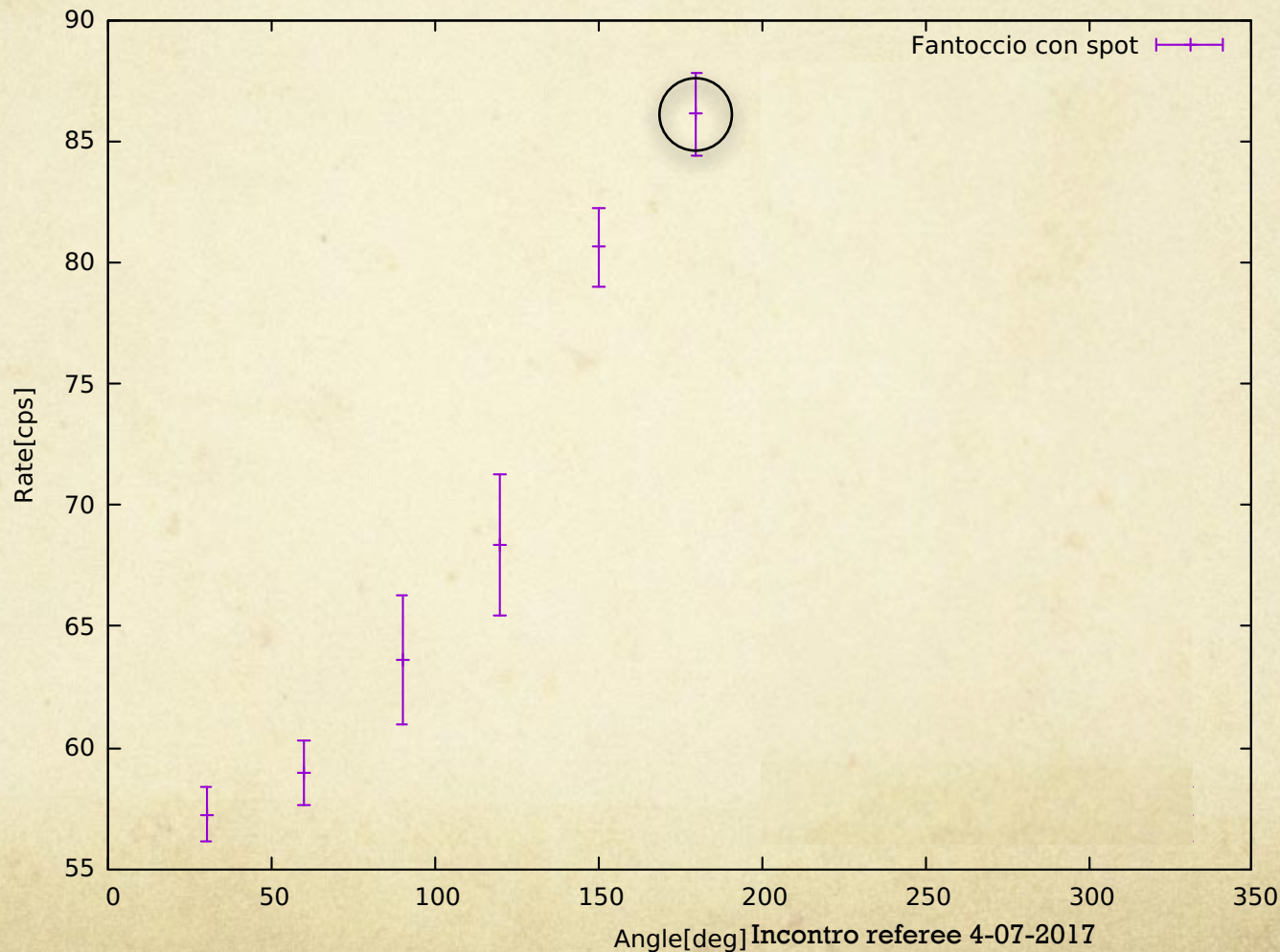
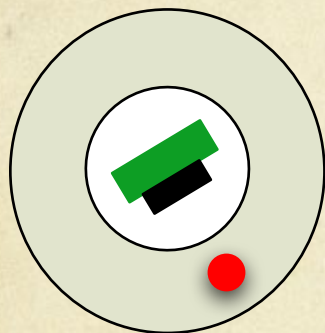
CHIR2: RGS Laparoscopica



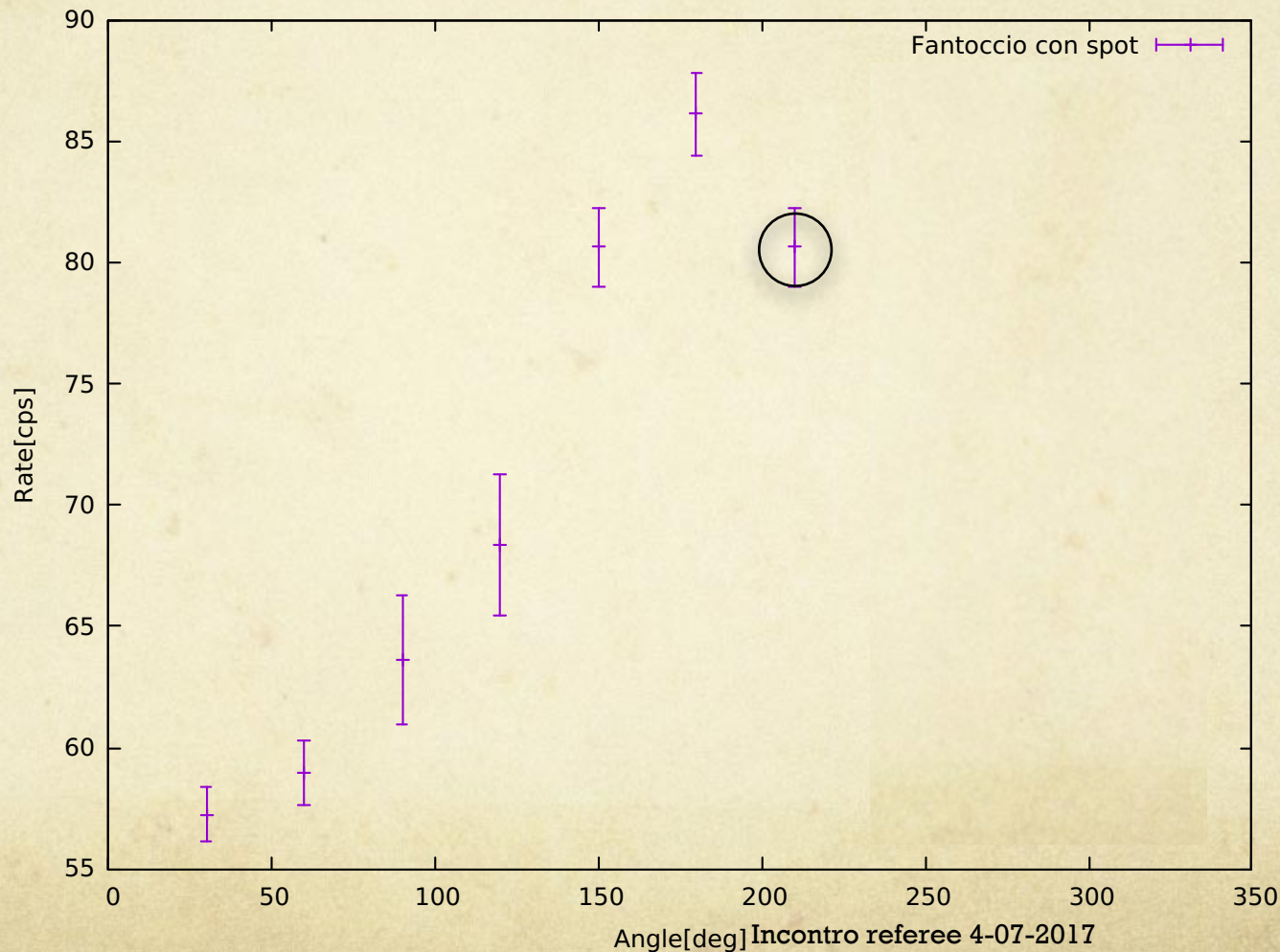
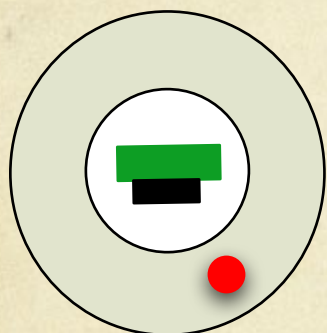
CHIR2: RGS Laparoscopica



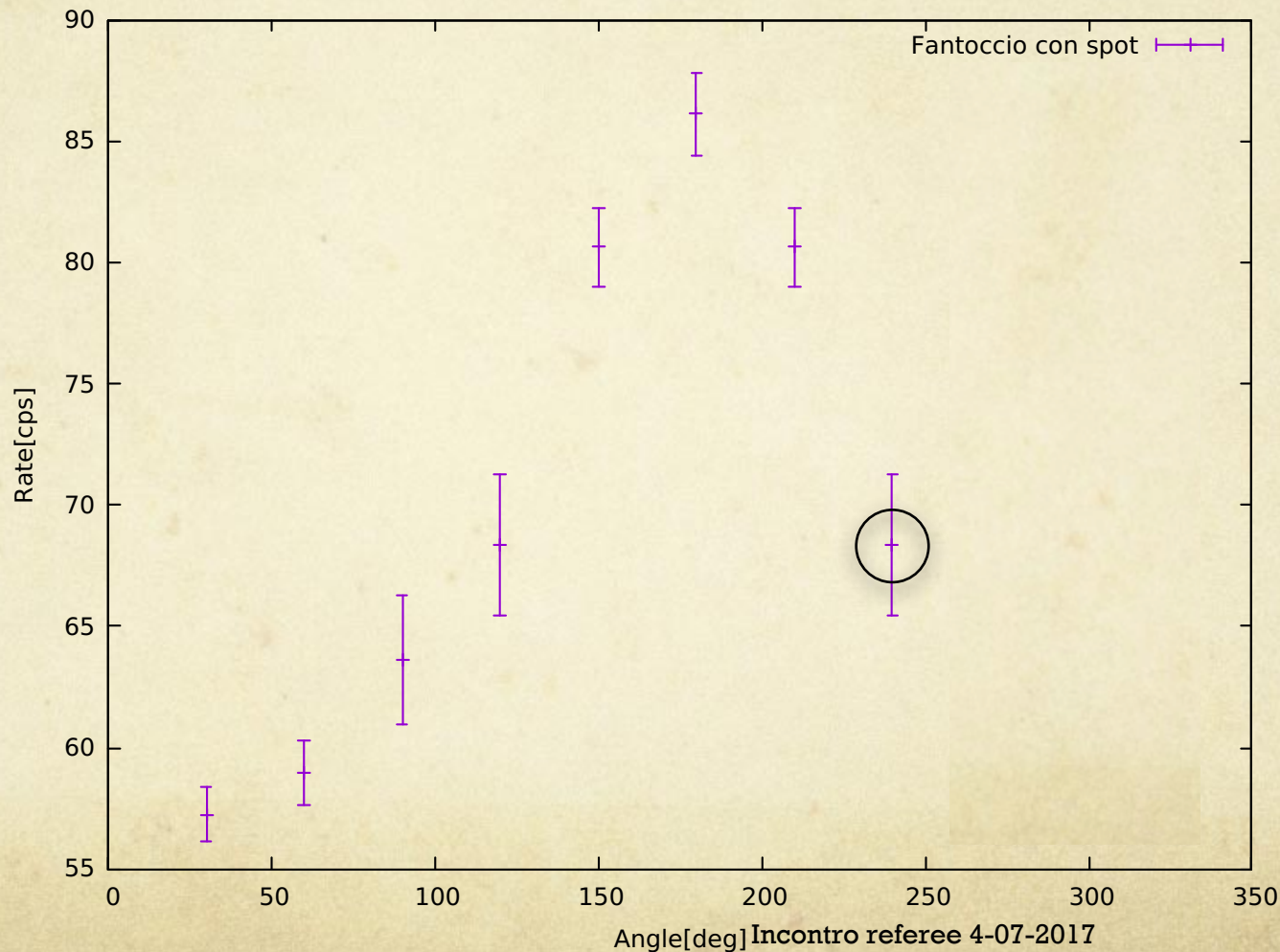
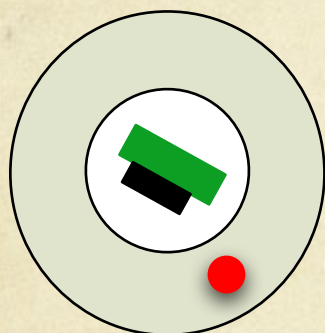
CHIR2: RGS Laparoscopica



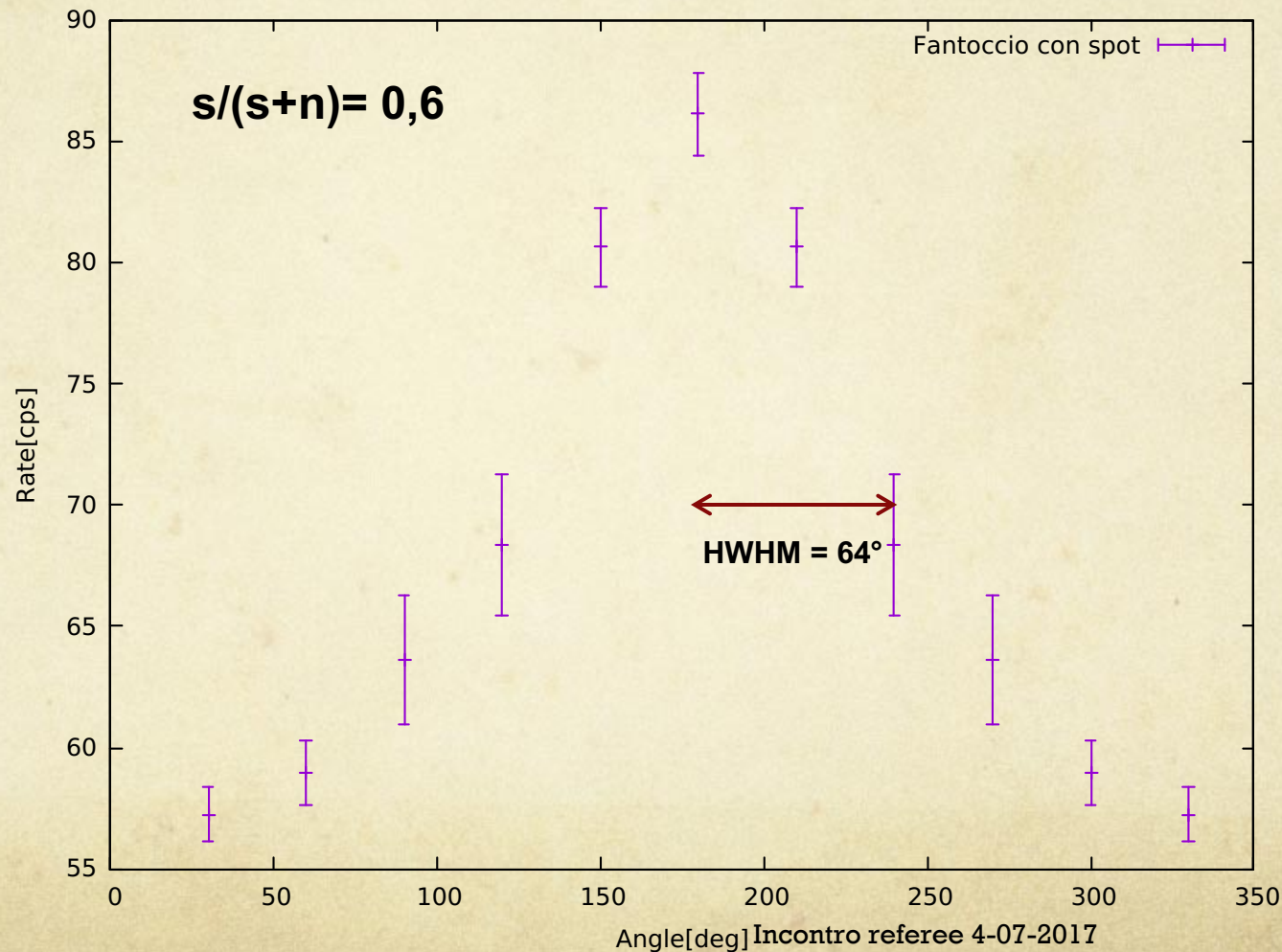
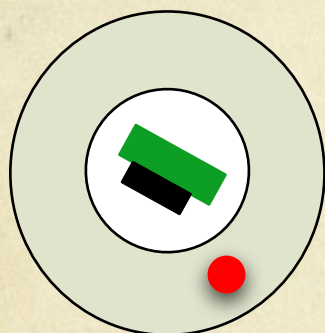
CHIR2: RGS Laparoscopica



CHIR2: RGS Laparoscopica



CHIR2: RGS Laparoscopica



Case study 3: applicazioni chirurgia robotica (DaVinci)



Robotic Drop-In Transducer

<http://bkultrasound.com/applications/surgery/robotic-assisted-surgery-ultrasound/>

Esempio di Form factor e modo di utilizzo (vedi link) di sonda integrata nel DaVinci Xi.



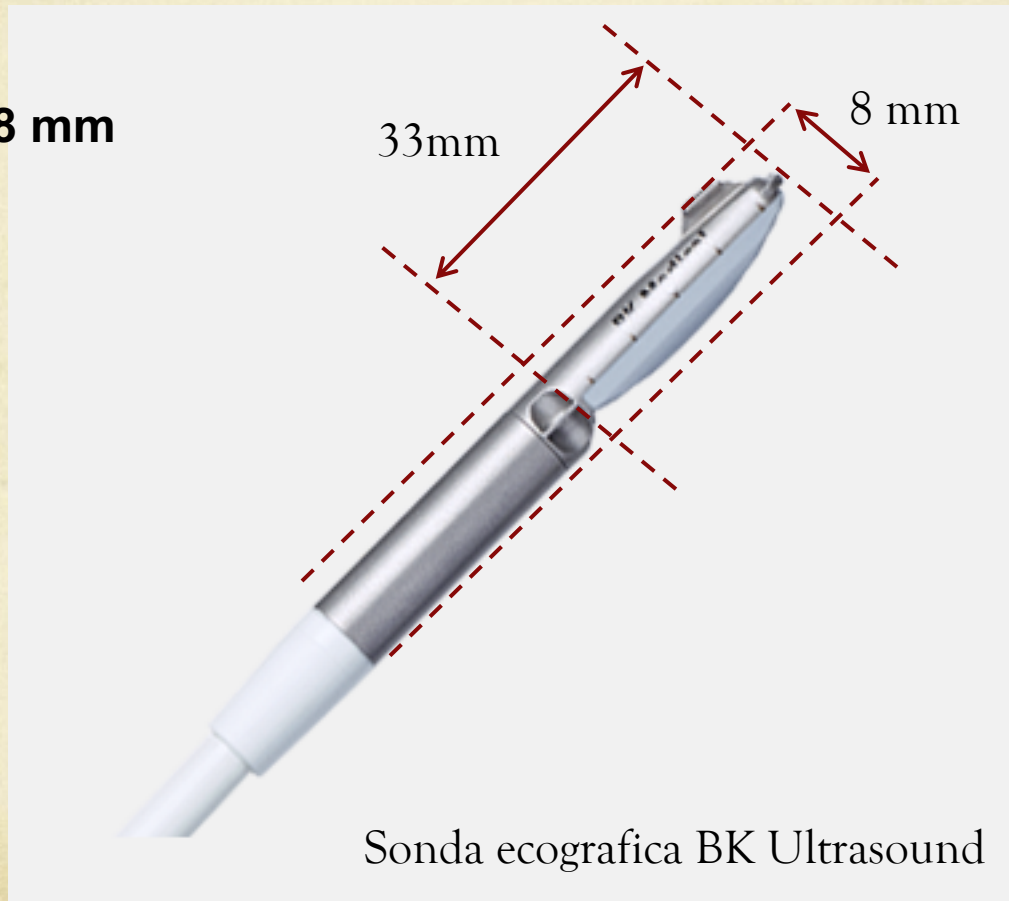
Sonda ecografica BK Ultrasound

Robotic Drop-In Transducer

<https://bkultrasound.com/applications/surgery/robotic-assisted-surgery-ultrasound/>

Footprint: 33x8 mm

Weight: 25 gr



CHIR2: RGS + DaVinci

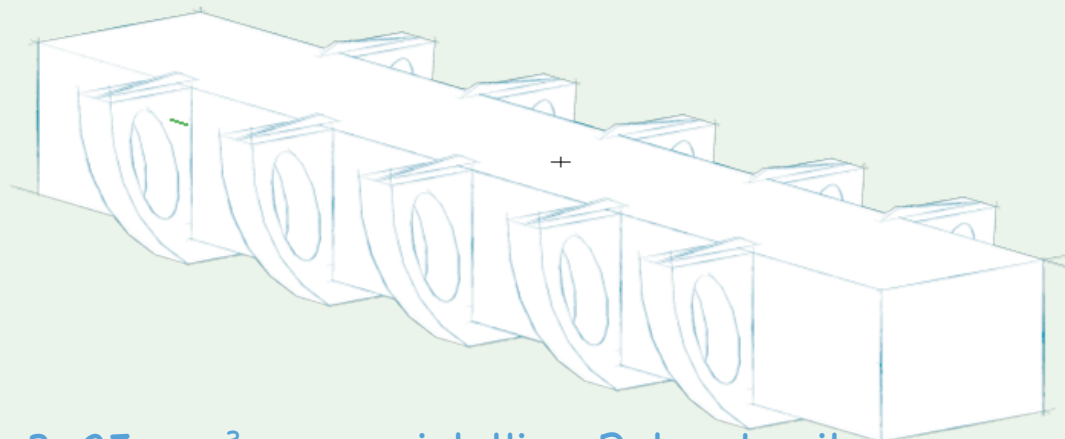
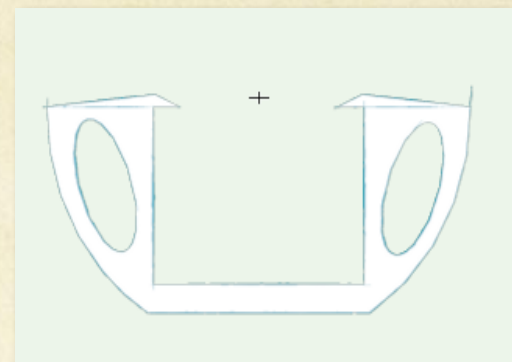
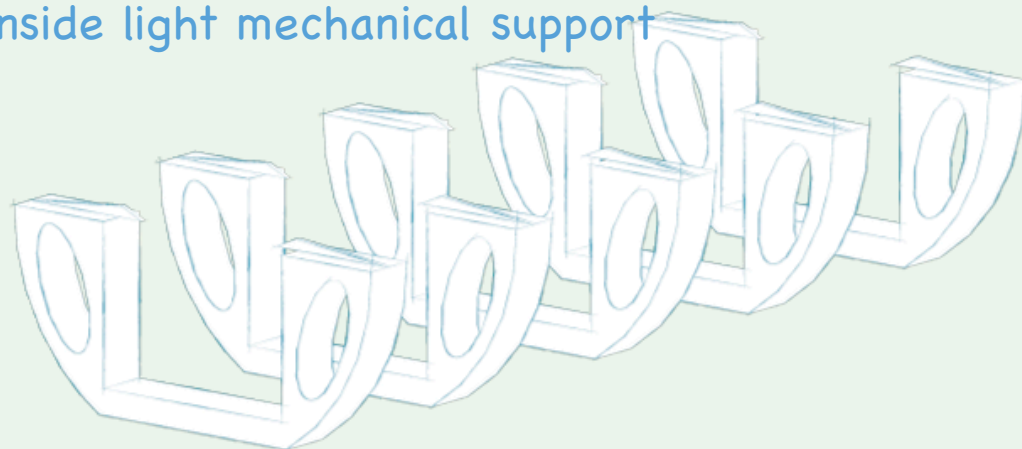
RGS robotic surgery requires a:

- ✓ **miniaturized**
- ✓ **wide area**
- ✓ **light weight**
- ✓ **high efficiency**
- ✓ **multichannel**
- ✓ **simple**

β^- detector

CHIR2: RGS + DaVinci

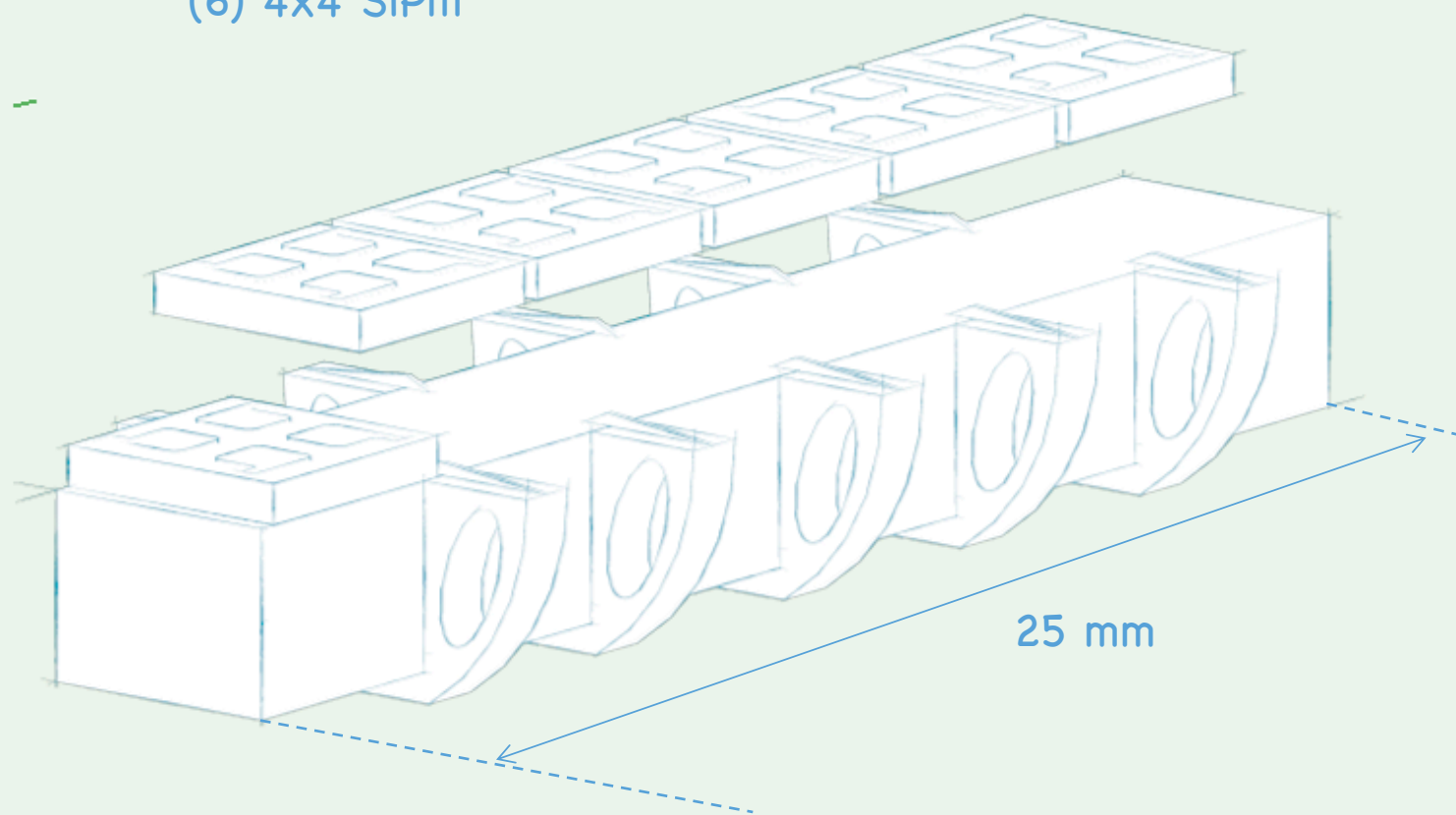
Inside light mechanical support



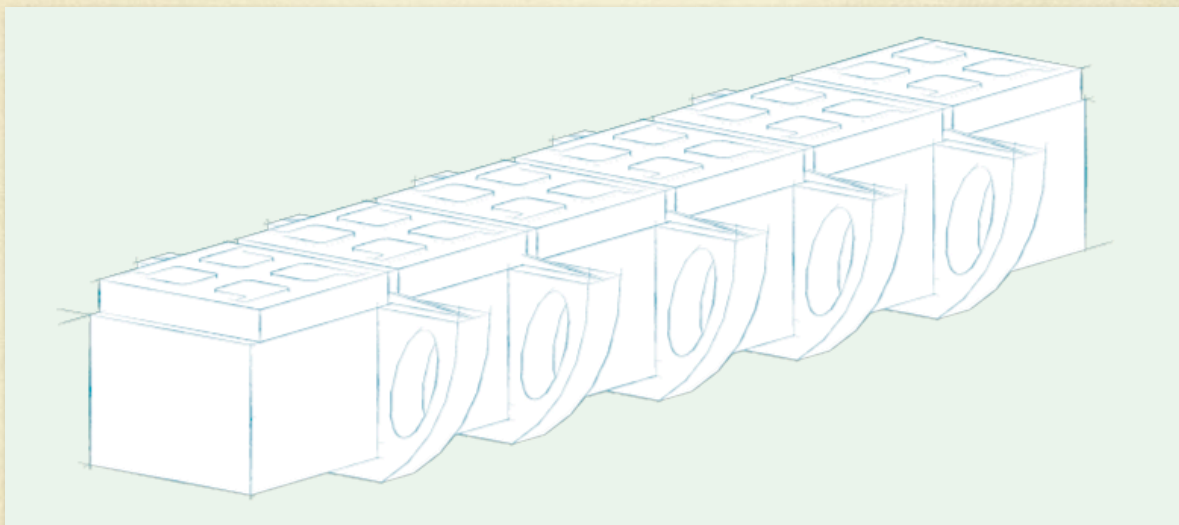
4x3x25 mm³ monocristalline P-terphenil

CHIR2: RGS + DaVinci

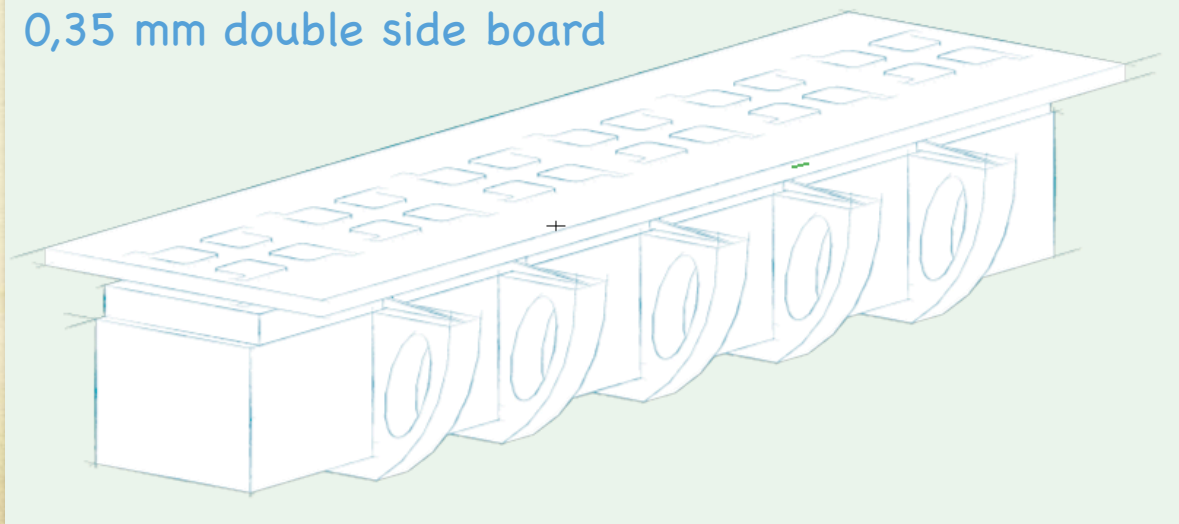
(6) 4x4 SiPm



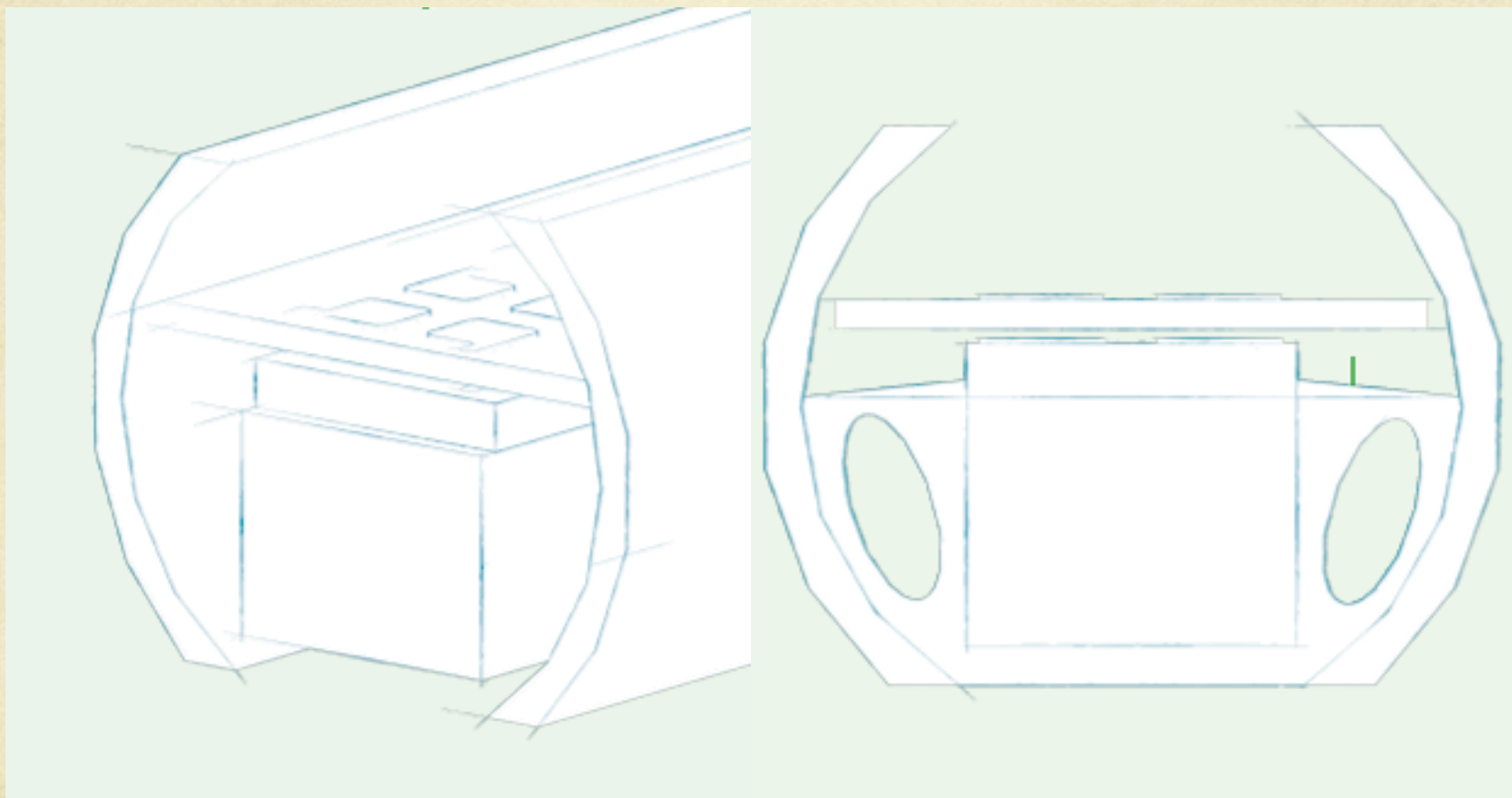
CHIR2: RGS + DaVinci



0,35 mm double side board

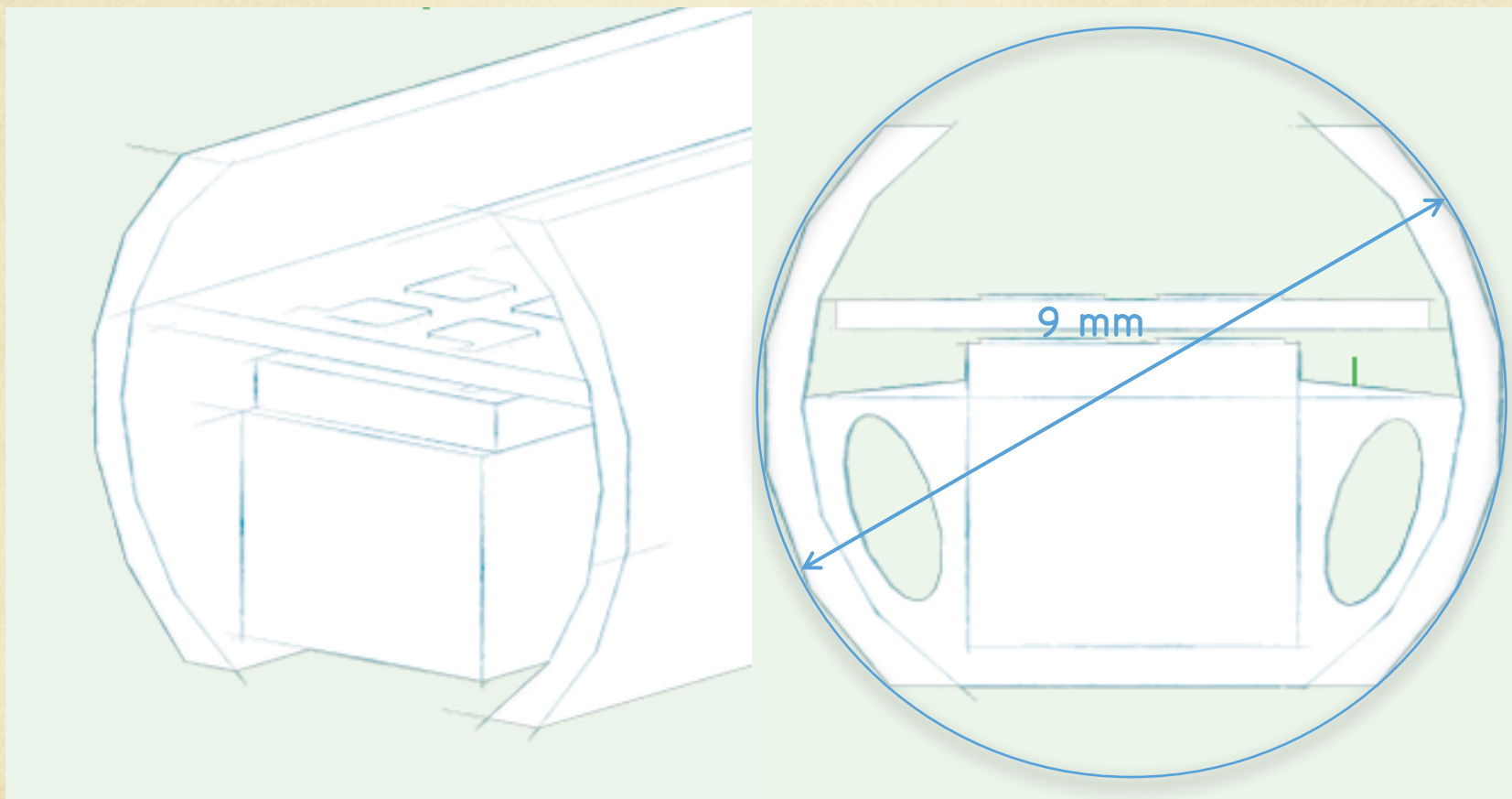


CHIR2: RGS + DaVinci



Incontro referee 4-07-2017

CHIR2: RGS + DaVinci



Incontro referee 4-07-2017

Conclusioni

- I primi test in laboratorio confermano che il confinamento della luce di scintillazione permette di avere informazioni spaziali sulla posizione di un punto emittente con un singolo monocristallo;
- Questa caratteristica offre prospettive molto interessanti in ambito RGS con β^-
 - Neurochirurgia: Integrazione del rivelatore in strumenti chirurgici con minimo impatto nel modo di uso;
 - Endoscopia: possibilità di esplorare la superficie di una cavità 3D con un rivelatore molto semplice;
 - Chirurgia robotica: un primo studio di fattibilità non mostra incompatibilità con i vincoli meccanici/dimensionali richiesti dalla tecnica;

2018

- Per validare, ottimizzare, rendere concreto questo approccio occorre:
 - fare dei test su cristalli di “produzione” di tipologie diverse (mono-poly cristallini);
 - Sviluppare l’elettronica multicanale dedicata che permetta di fornire le informazioni utili al chirurgo nei tempi e nei modi richiesti dalla applicazione clinica.
 - Realizzare prototipi “realistici” delle configurazioni studiate.