

Dosimetría en haces de neutrones para BNCT



Ing. Esteban F. Boggio
efboggio@gmail.com

Radioterapia con fotones...



Radioterapia con neutrones...

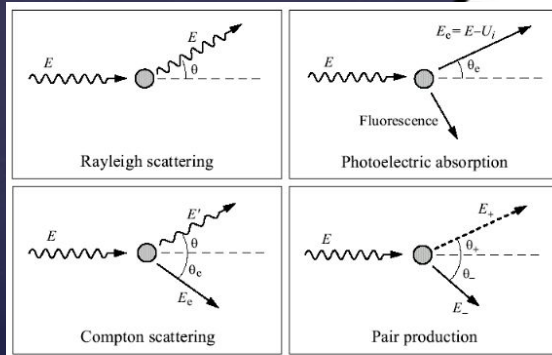
Neutrones
rápidos



Neutrones epitérmicos



Neutrones
térmicos



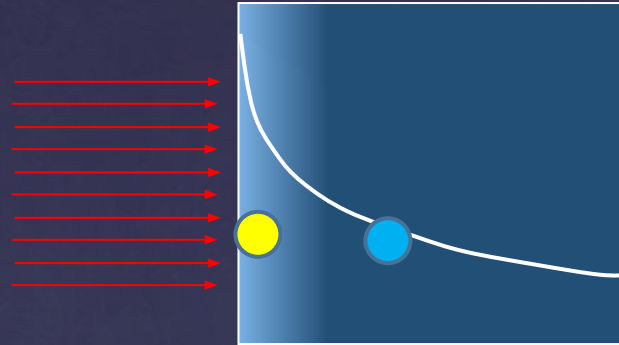
Fotones

Contaminación
electrónica

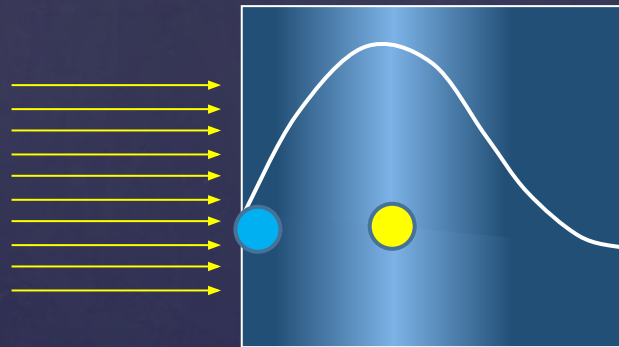
...entre otras partículas...

Espectros neutrónicos

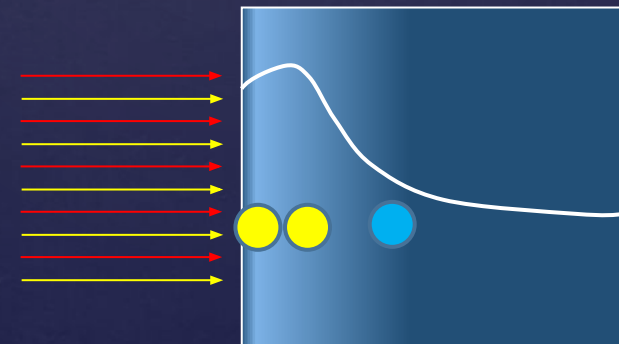
- **TÉRMICOS:** distribución Maxwelliana con $T = T_{\text{AMBIENTE}} \Rightarrow$ Energía más probable = 0.0253 eV



- **EPITÉRMICOS:** Energías entre 0.5 eV y 10 keV



- **MEZCLA:** Haz del reactor RA-6 del Centro Atómico Bariloche, denominado “Híper-térmico”



**Haces de
neutrones
para BNCT...
¿y esto
como se
mide?**

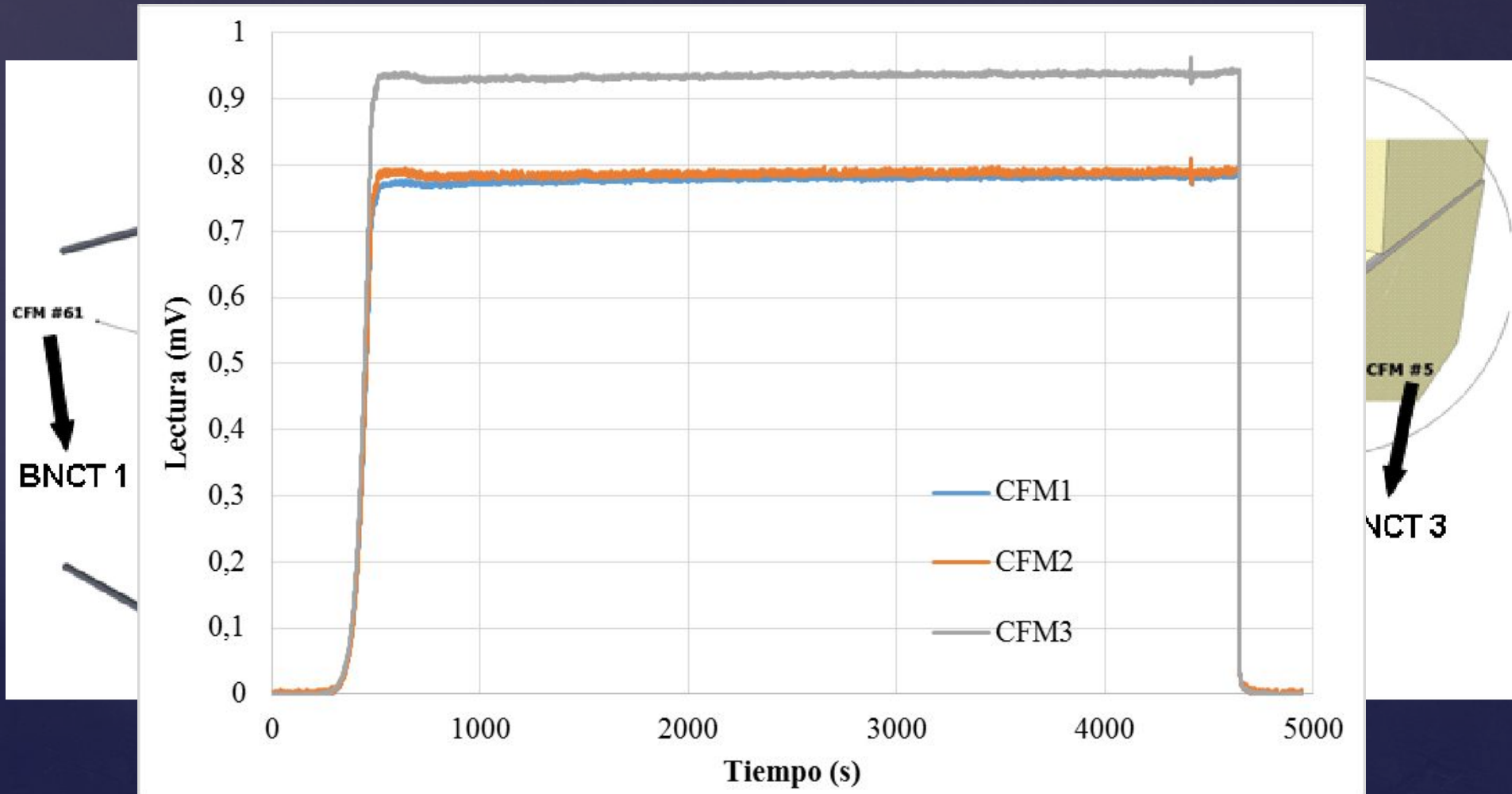


Detectors y dosímetros

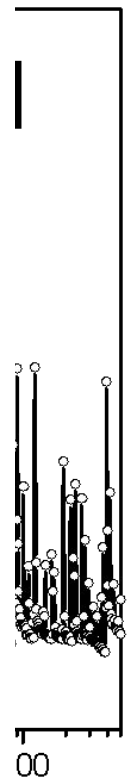
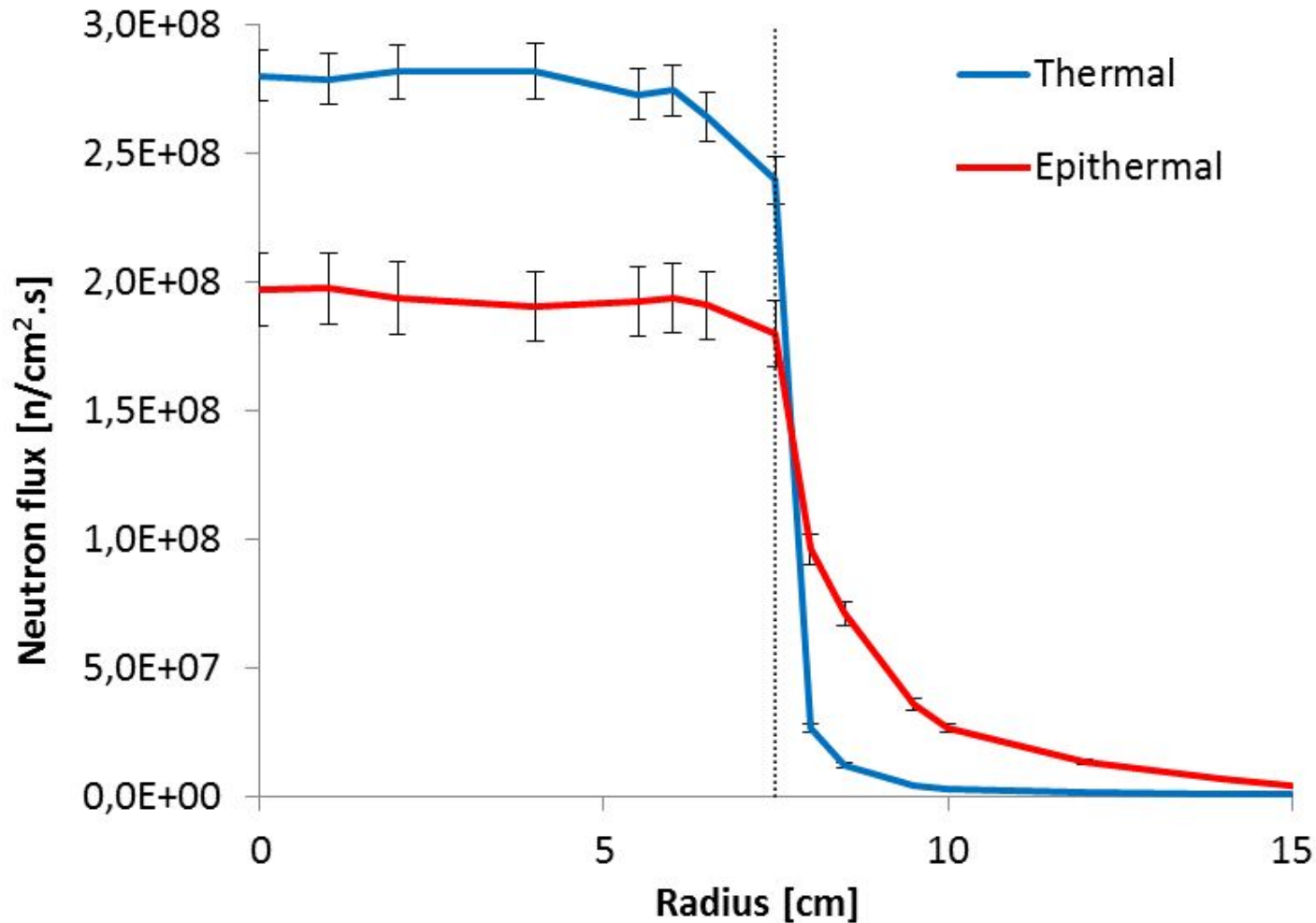
- Cámaras de ionización
- Cont. proporcionales
- Cont. Geiger-Müller
- Cámaras de fisión
- Det. de activación
- Detectores termoluminiscentes
- Materiales Fricke
- Films radiocrómicos
- Alanina
- Det. de trazas
- Det. SPN
- Cristales centelladores
- Diodos
- MOSFET

Dosimetría *de referencia*

Cámaras monitoras de irradiación

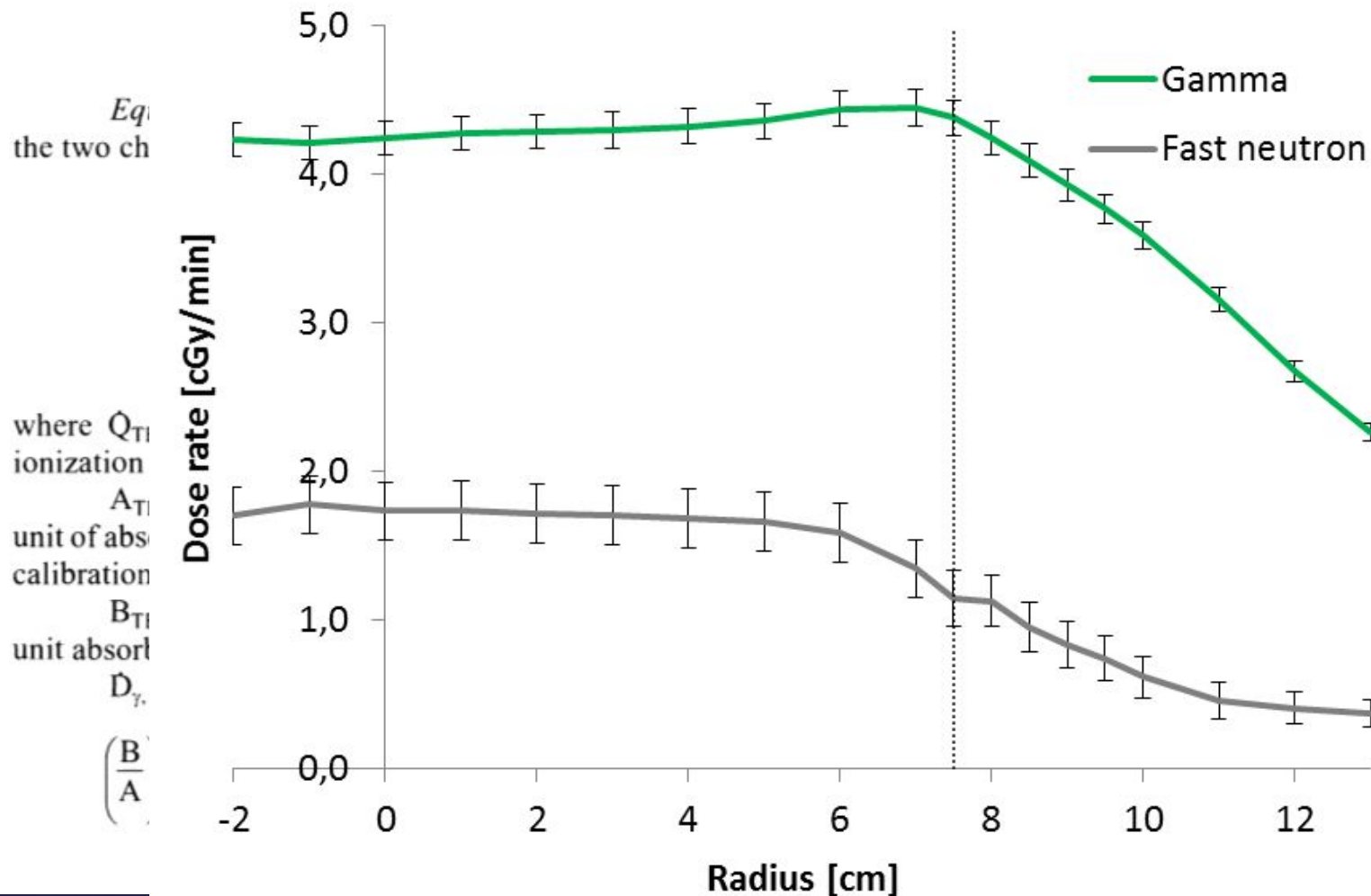


Detectores de activación



λ : const
 t_d : tiem
 t_i : tiem
 t_m : tiem
 y : yield
 ε : efici
 η : abun
 m : mas
 R : ritm

Cámaras de ionización apareadas



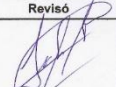
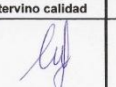
5

Cancer
neutron
capture
therapy

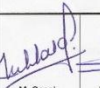
by
Mika Mishima

Programa de Garantía de Calidad

FO-GG-001 r 1

	GERENCIA DE ÁREA ENERGÍA NUCLEAR UNIDAD DE ACTIVIDAD DE INGENIERÍA NUCLEAR	47-022-2011 Rev.: 0
	INFORME TÉCNICO	Página: 1 de 24
TÍTULO: Resultados de la caracterización dosimétrica del Haz B2 de la facilidad de BNCT del RA-6		
1. RESUMEN En el presente informe se presentan las mediciones y resultados correspondientes a la caracterización del Haz Hipertérmico de neutrones, de la sala de tratamiento de BNCT del RA-6. Se aplicaron los métodos de activación <i>diferencia de Cadmio</i> y <i>de dos materiales</i> para la evaluación de los flujos neutrónicos: térmico, epitérmico y rápido; en vacío y en fantoma; así como perfiles de flujo neutrónico axiales, paralelos y transversales. Se realizó la dosimetría de neutrones y fotones con cámaras de ionización miniatura de grafito y plástico tejido equivalente, por el método de cámaras apareadas; Libre en Aire y en Fantoma; para perfiles de dosis axiales y paralelos.		
Preparó	Revisó	Intervino calidad
 E. F. Boggio	 J. M. Longhino	 C. Guerrero
Aprobó		
 E. M. Lopasso		
REVISIONES		
Rev.	Fecha	Modificaciones
0	26/08/2013	Original
FECHA DE VIGENCIA: 29 Aso 2013		
DISTRIBUCIÓN		ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia N°: #1		LIBERADO Fecha: 28/12/13 Firma: 
Distribuyó: Distribución Electrónica Proyecto BNCT		
NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en su contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.		

FO-GG-001 r 1

	GERENCIA DE ÁREA ENERGÍA NUCLEAR UNIDAD DE ACTIVIDAD DE INGENIERÍA NUCLEAR	47-031-2013 Rev.: 0
	INFORME TÉCNICO	Página: 1 de 27
TÍTULO: Protocolo de Control de Calidad del Haz y Sala de Tratamiento de BNCT del RA-6		
1. RESUMEN Como parte de los pasos necesarios para poner a punto las instalaciones del reactor RA-6 para tratamiento de pacientes en BNCT, es necesario establecer un programa de Control de Calidad del Haz y sistemas auxiliares que se encuentran en la Sala de Tratamiento, que son utilizados durante una irradiación. En este informe se detallan las pruebas a realizar, la metodología utilizada y su frecuencia de control. También se muestran los modelos de planillas de registros para completar durante el Protocolo. Las tareas son agrupadas en cuatro secciones: - Control de Calidad del Haz "Libre en Aire", - Control de Calidad del Haz "en Fantoma", - Control de Calidad del sistema de posicionamiento, - Control de Calidad del sistema de monitoreo.		
Preparó	Revisó	Intervino calidad
 M. Casal	 E. F. Boggio	 J. M. Longhino
Aprobó		
 D. Feld		 C. Guerrero
REVISIONES		
Rev.	Fecha	Modificaciones
0	16/12/2013	Original
FECHA DE VIGENCIA: 19 Dic 2013		
DISTRIBUCIÓN		ESTADO DEL DOCUMENTO
Copia N°: LIBERADO		Fecha: 16/12/13 Firma: 
Distribuyó: 		
NOTA: Este documento es propiedad de CNEA y se reserva todos los derechos legales sobre él. No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en su contenido, ni hacer reproducciones y entregarlas a terceros sin un acuerdo previo y escrito de CNEA.		

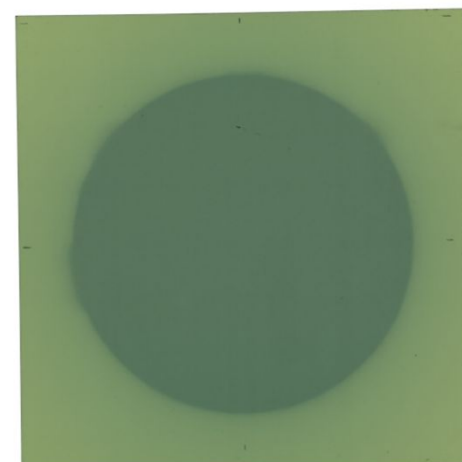
n-phantom
maximum neutron flux
depth (1cm)

axis

parallel axis
4cm

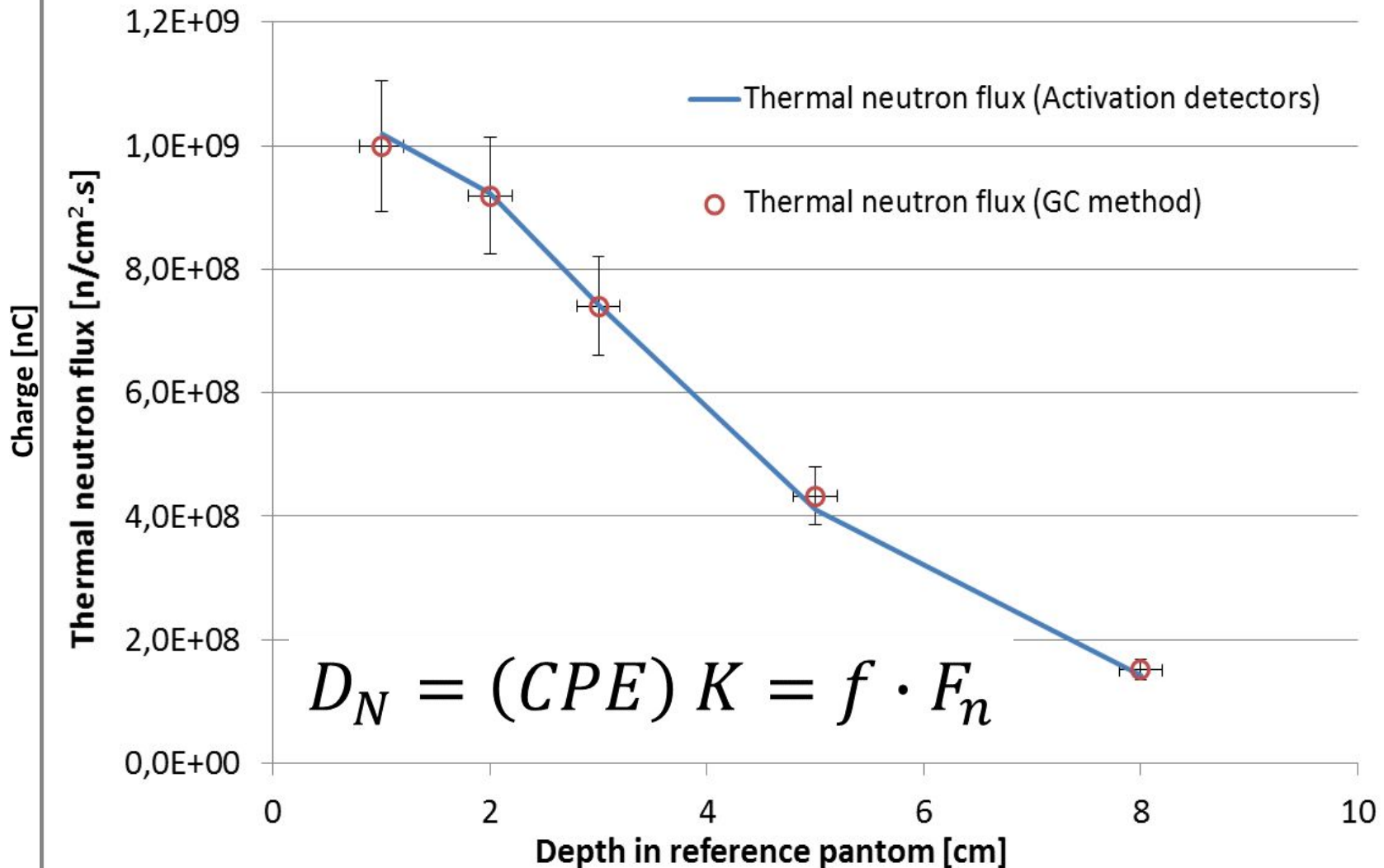
(3)

9.4(3)

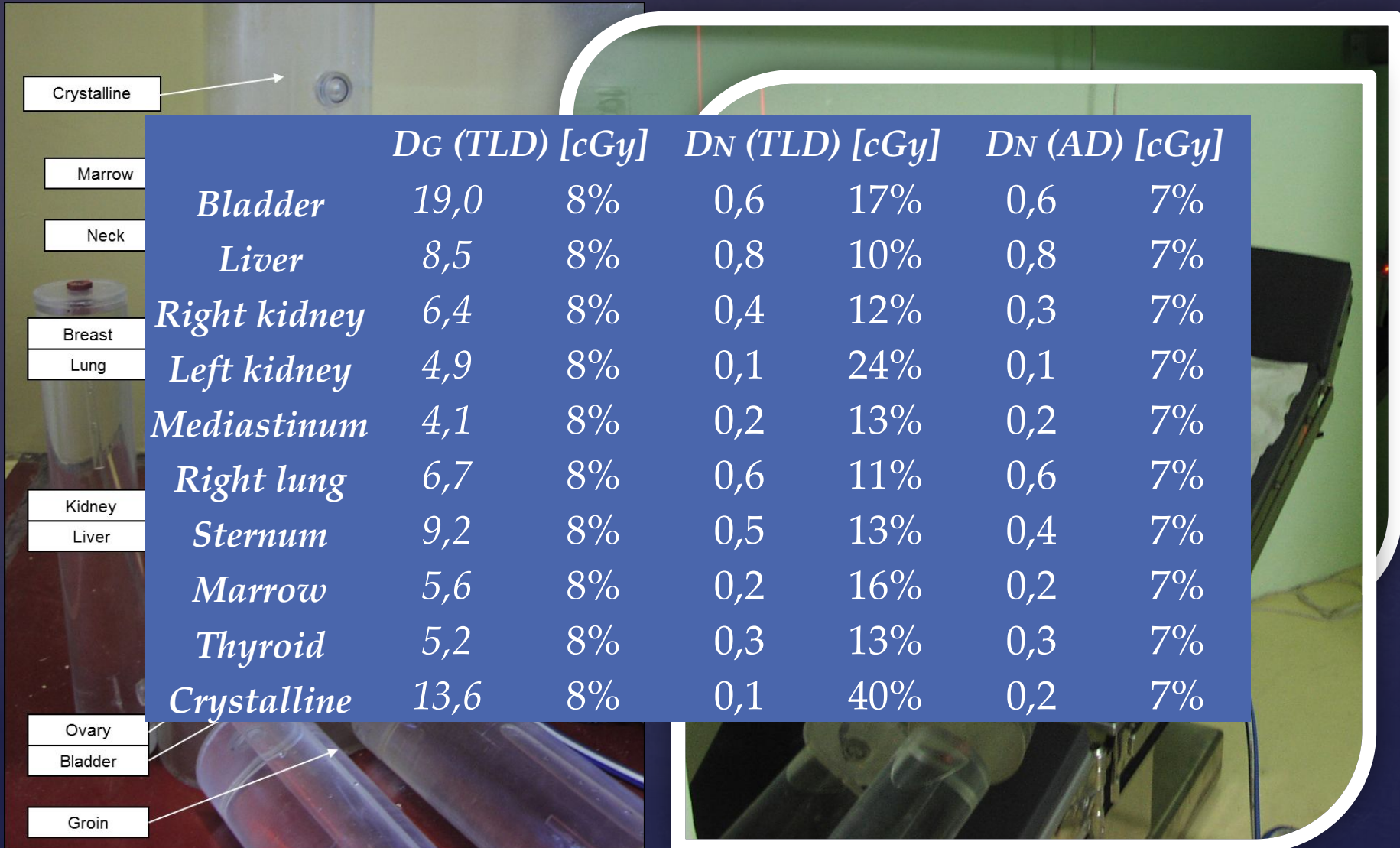


Dosimetría *in-vivo*

Detectores termoluminiscentes



BoMAb Phantom

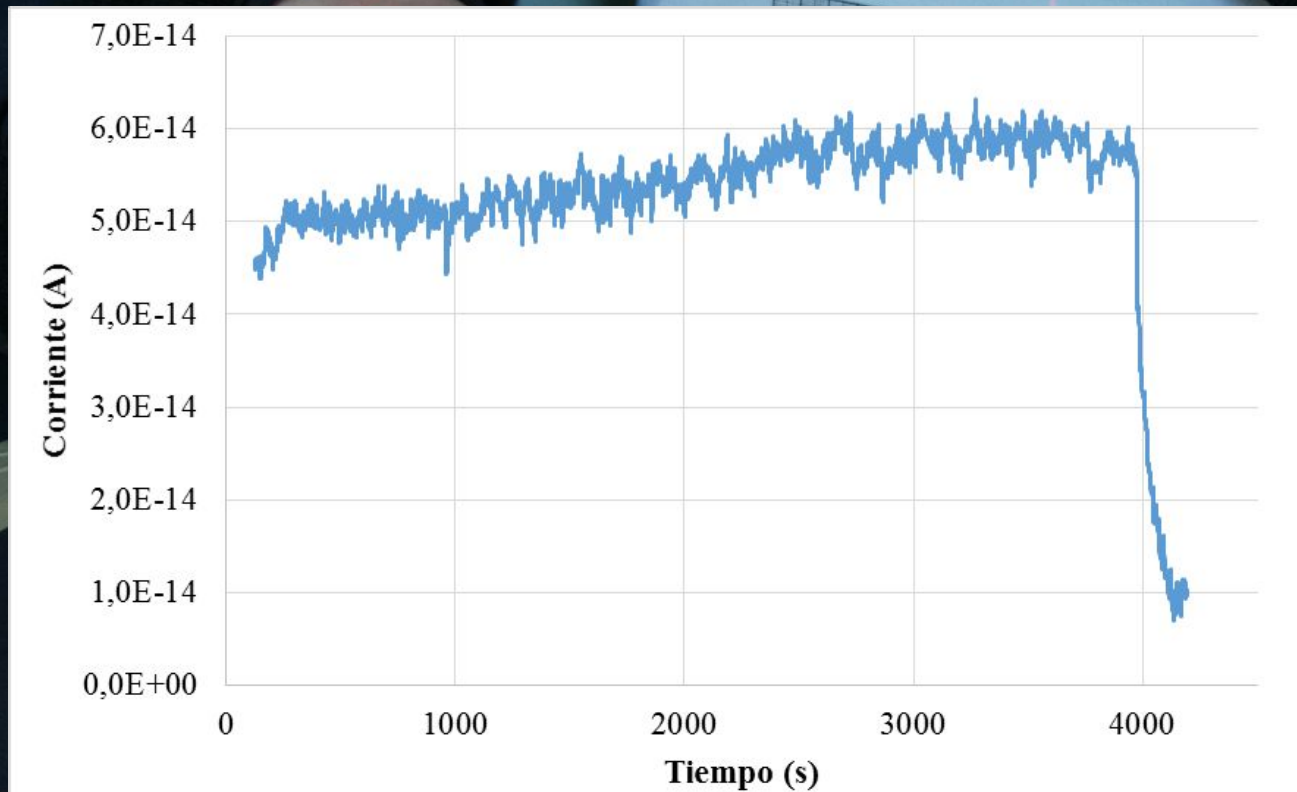


Irradiación de paciente

Tabla 3. Dosis gamma en tejido muscular. Se agrega tasa de dosis gamma a modo informativo.

Pierna D
Vejiga
Pierna I
Esternón

Nota: Com
paciente, se
cuerpo ente
dosis gamm
en la medid



Vejiga	0,3	3%	1,5E+07	3%
Pierna I	0,3	6%	1,6E+07	6%
Esternón	0,1	10%	6,1E+06	10%

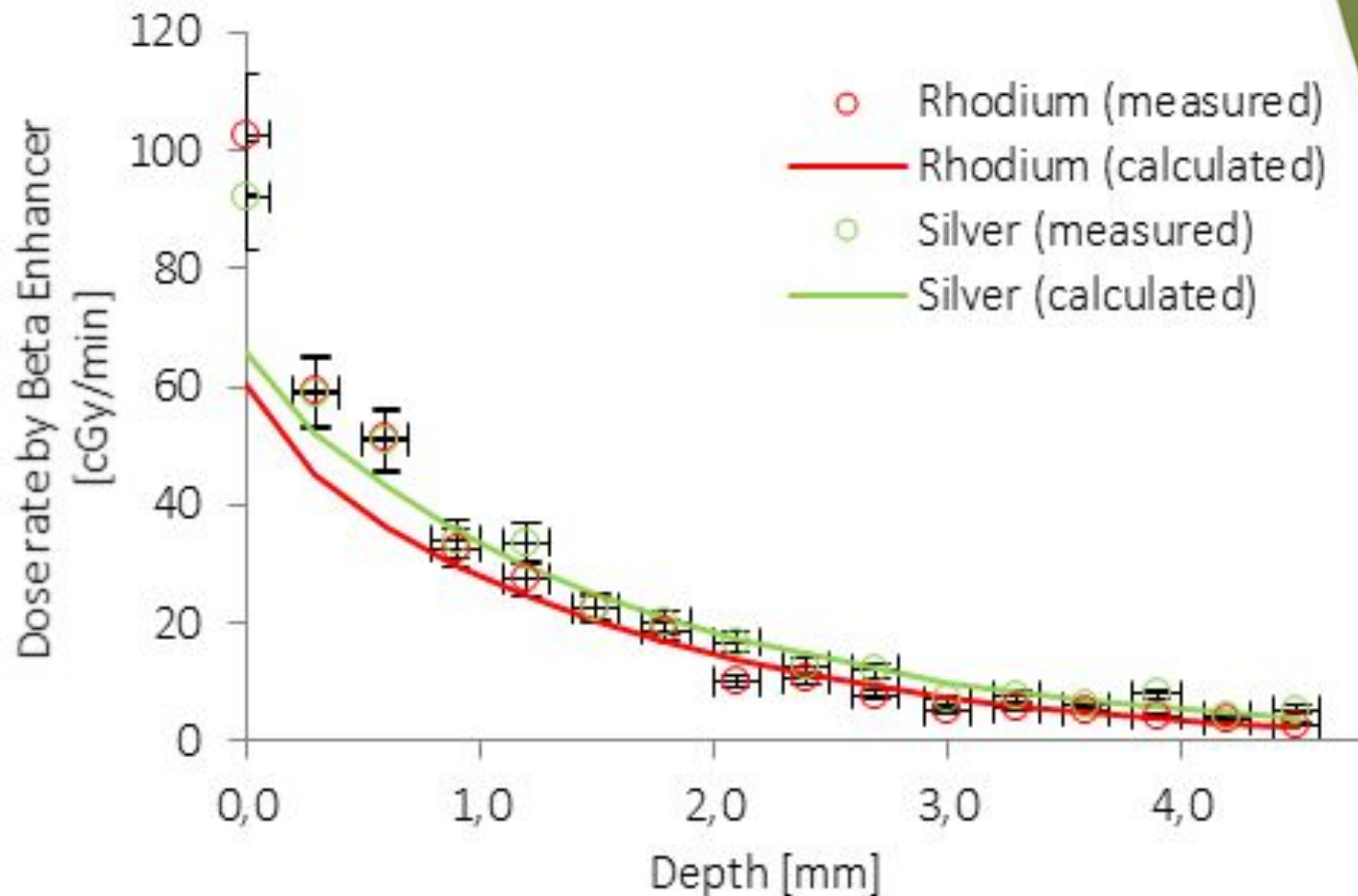
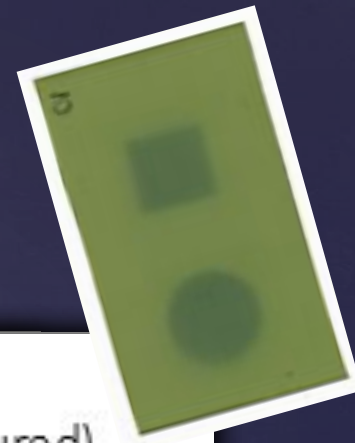
Dosimetría
*en aplicaciones
pre-clínicas*

Irradiación de pequeños animales

	D _G (TLD) [cGy/min]		D _G (IC) [cGy/min]		D _G (MCNP) [cGy/min]	
Tumor	6,1	6%	5,1	3%	4,9	4%
Abdomen	4,9	6%	-	-	4,2	6%
Torso	4,3	4%	-	-	3,9	6%
Head	3,6	2%	-	-	3,3	6%

	D _N (AD) [cGy/min]		D _N (TLD) [cGy/min]		D _N (MCNP) [cGy/min]	
Tumor	5,9	4%	6,1	8%	6,6	2%
Abdomen	2,5	10%	2,8	14%	2,9	3%
Torso	1,9	7%	2,2	13%	2,2	3%
Head	0,9	15%	1,0	14%	1,5	4%

Caracterización de BetaEnhancers





¡Muchas gracias!

efboggio@gmail.com