

L. Barrientos¹, M. Borja-Lloret¹, J. V. Casaña¹, J. García López², F. Hueso-González¹, M.C. Jiménez-Ramos², C. Lacasta¹, E. Muñoz¹, A. Ros¹, J. Roser¹, C. Senra¹, C. Solaz¹, R. Viegas¹ and G. Llosá¹.

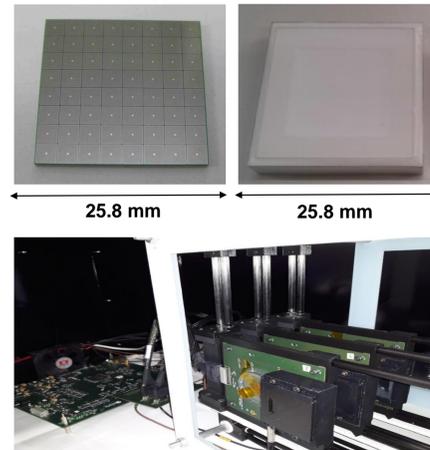
¹ Instituto de Física Corpuscular (IFIC), CSIC/Universitat de València, Valencia, España.
² Centro Nacional de Aceleradores, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Introducción

- Las Cámaras Compton han resurgido como posibles candidatas para la monitorización de la terapia hadrónica, mediante la detección de los fotones producidos en la desexcitación de núcleos de los tejidos irradiados [1].
- El grupo IRIS (<http://ific.uv.es/iris>) del IFIC en Valencia se encuentra desarrollando un **prototipo de una cámara Compton** con este propósito.
- El sistema se compone de **crisales centelleadores de LaBr₃** acoplados a una matriz de **fotomultiplicadores de silicio (SiPMs)** [2]. Se ha construido **una tercera versión del prototipo (MACACO)** que presenta un rendimiento mejorado respecto de sus predecesores.
- El código de reconstrucción de MACACO III (**ML-EM**) produce imágenes cuatridimensionales (**energía y posición**) usando **eventos dobles** [3] o **triples** [4]. Imágenes con la **combinación de estos dos tipos de eventos** ha sido recientemente conseguida [5].
- La respuesta de MACACO III ha sido verificado mediante pruebas en el laboratorio y en aceleradores. Los resultados fueron reproducidos mediante simulaciones de Monte Carlo utilizando un módulo de una cámara Compton (**CCMod**) [6] en **GATE v8.2** obteniendo buena correlación.
- En este poster se presentan los resultados de la caracterización de los detectores, simulaciones, medidas experimentales y reconstrucción de imágenes.

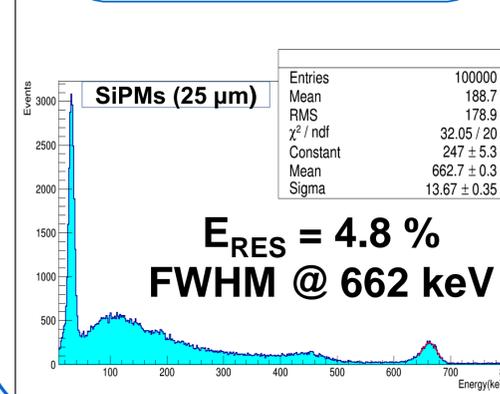
Descripción experimental del prototipo

- SiPM:** Matriz MPPC S13360-3025CS de Hamamatsu Photonics:
 - 64 (8 x 8) píxeles de 3 x 3 mm²
 - Señales leídas por el ASIC VATA64HDR16 de Ideas.
- Crisales continuos de LaBr₃** de 25.8 x 25.8 mm² de superficie y 5 mm de espesor, rodeado por material reflectante.
- Sistema ALIVATA DAQ** desarrollada por el grupo y comercializada por Alibava Systems S.L
 - Puede operar hasta cuatro detectores conectadas a ella.
 - Diseñada de tal manera que puede alojar distintos detectores o distintos ASICs.

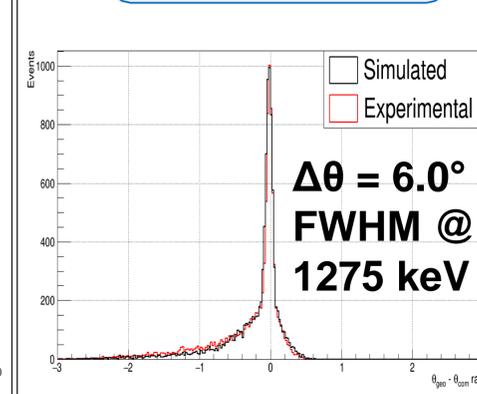


Caracterización de los detectores

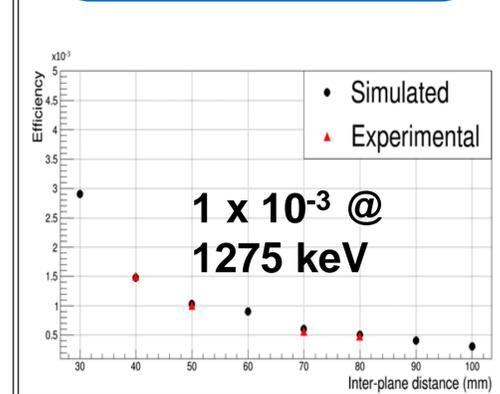
Resolución energética



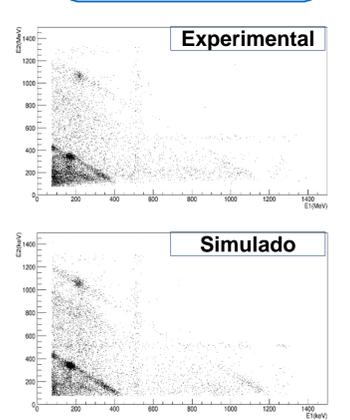
Resolución angular



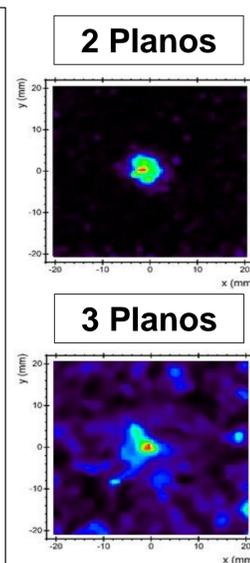
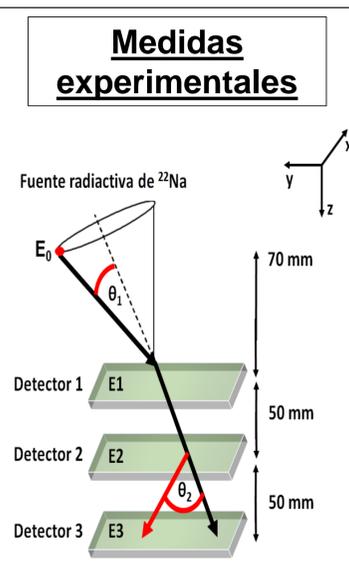
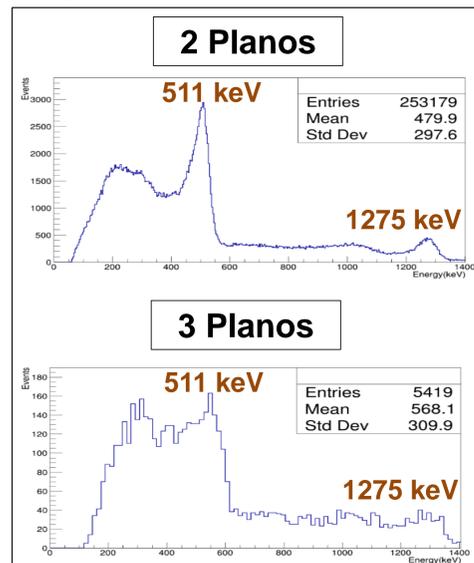
Eficiencia de detección



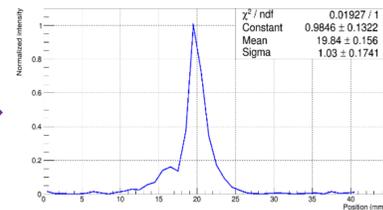
E2 versus E1



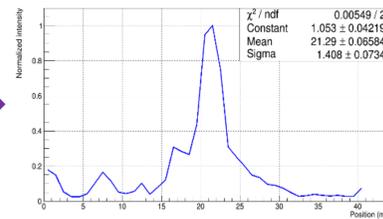
Medidas en coincidencia e imágenes reconstruidas



FWHM = 2.42 mm



FWHM = 3.31 mm

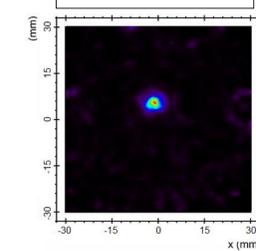


Test beam en el CNA, Sevilla

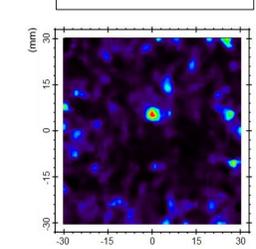
- Haz de protones de 18 MeV sobre blanco de grafito.
- Gammas de 4.4 MeV son medidos por el sistema.



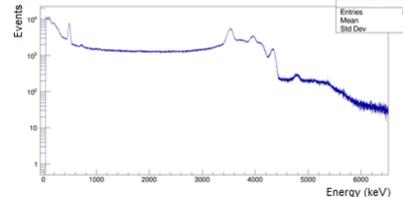
2 Planos



3 Planos

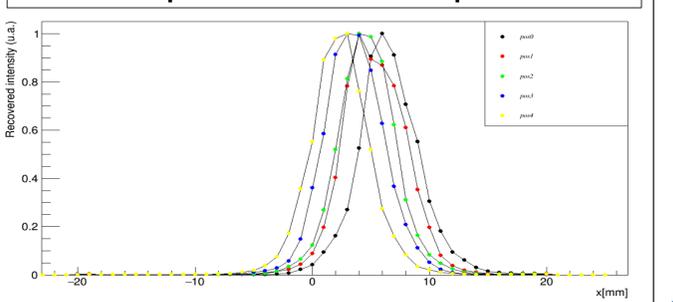


Espectro de los gammas de 4.4 MeV



2,5 nA de intensidad

Perfiles de las imágenes reconstruidas del blanco en 5 posiciones distintas separadas 1 mm



Conclusión y trabajo futuro

- Se ha desarrollado una tercera versión de un prototipo de un telescopio Compton que presenta un rendimiento significativamente mejorado.
- Se ha obtenido una buena correlación entre las simulaciones con GATE y las medidas experimentales y de caracterización.
- Los resultados obtenidos en el test beam han demostrado la capacidad de MACACOIII para reconstruir fuentes en distintas posiciones a energías relevantes.
- Futuras mejoras y pruebas en centros clínicos están en curso para alcanzar las prestaciones requeridas para la aplicación.

Referencias

- [1] Kormoll, T., et al., Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. A, 2011, vol. 626-627, p. 114-119.
- [2] Llosá, G., et al., Front. Oncol., 2016 volume 6: 14.
- [3] Muñoz, E., et al., Phys. Med. Biol., 2020., 65 025011.
- [4] Roser, J., et al., Phys. Med. Biol., 2020., 65 145005.
- [5] Roser, J., et al., 2020 IEEE NSS MIC, Conf., presented.
- [6] Etxebeste A et al., Phys. Med. Biol., 2020., 65 055004

Autor correspondiente: Luis.Barrientos@ific.uv.es

This work has received funding from the Spanish Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-110657RB-I00, FPA2017-85611-R and SEV-2014-0398), from Generalitat Valenciana (AICO/2019/070), from CSIC PIC 2018 programme (N2018FR0032) and from European Commission H2020 ENSAR2-MediNet (project number 654002). Group members are supported by Ramón y Cajal, SEJI and GENT programmes, UVEG Atracció de Talent, Generalitat Valenciana and Spanish Ministerio de Universidades FPU predoctoral contracts.