IFIC SUMMER STUDENT PROGRAM 2025

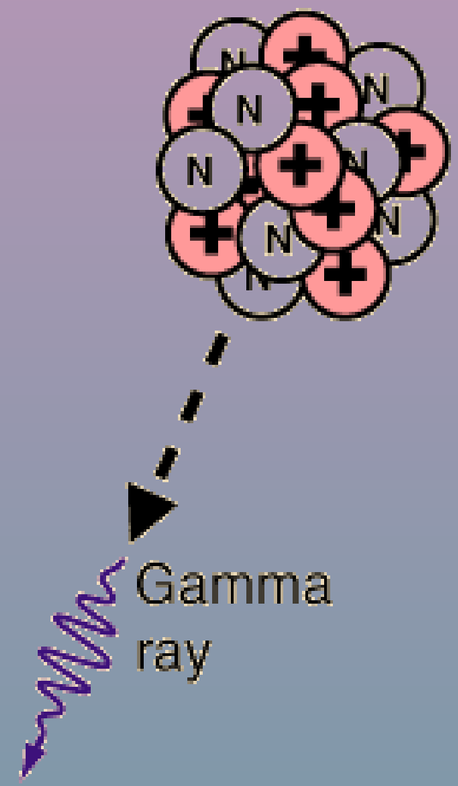
GENERACIÓN DE IMÁGENES CON CÁMARAS COMPTON

Roger Garcia Sirerol

Tutores:
Bernardo Gameiro, Pablo Torres Sánchez

IMAGEN A PARTIR DE RAYOS GAMMA

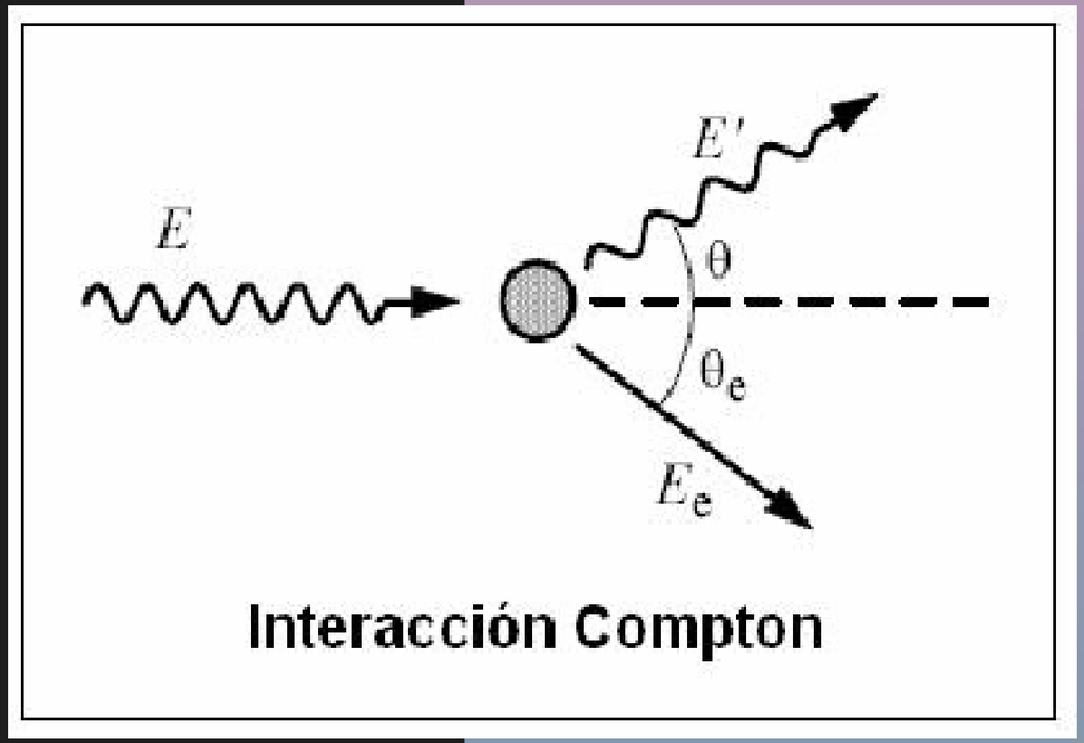
- Efecto fotoeléctrico
- Dispersión compton
- Producción de pares



EFECTO COMPTON

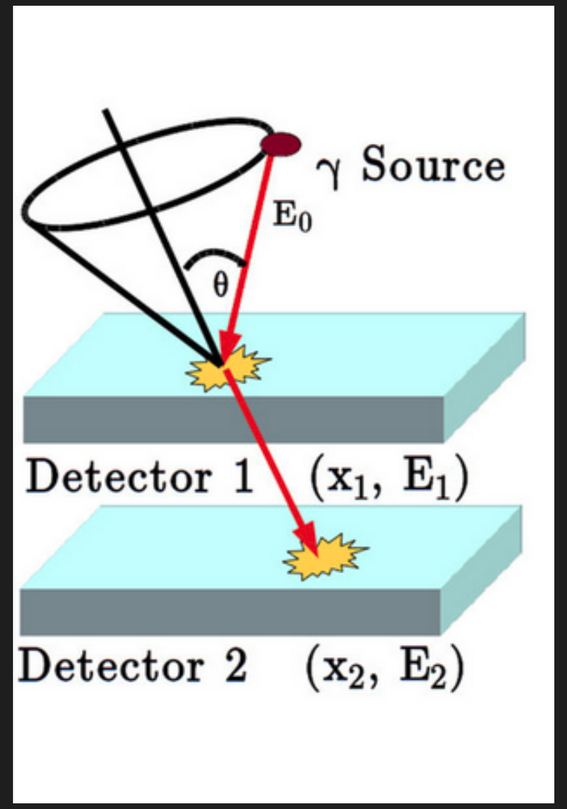
- Colisión inelástica de un rayo gamma y un electrón, transfiriendo así parte de su energía

$$E'_\gamma = \frac{E_\gamma}{1 + \frac{E_\gamma}{m_e c^2}(1 - \cos\theta)}$$



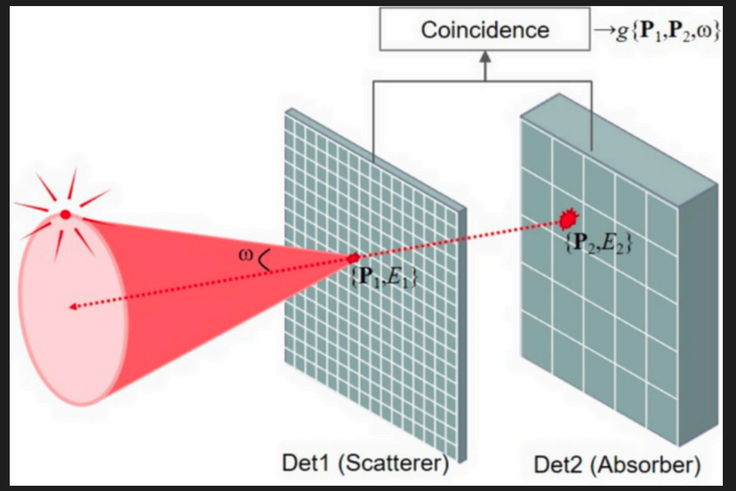
FUNCIONAMIENTO DE UNA CÁMARA COMPTON

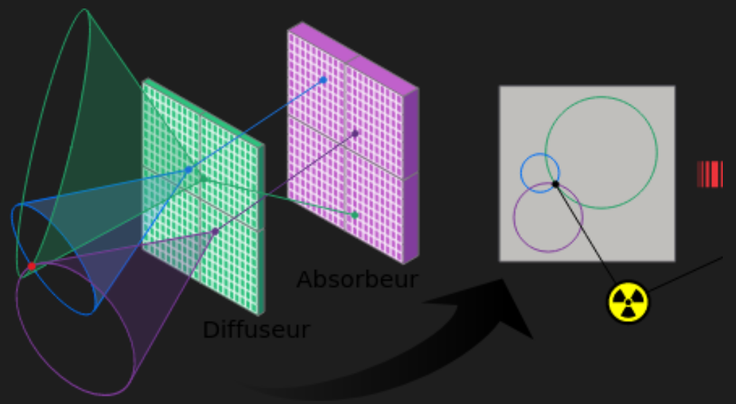
- Objetivo: reconstruir en base a la radiación emitida la posición de la fuente
- Un Scatterer y diversos absorbers
- En el Scatterer el fotón incidente va a rebotar realizando un compton, después se va a absorber el fotón rebotado
- Vamos a poder medir la posición y energía con la que interactuó el fotón en los dos detectores a través de centelladores y fotomultiplicadores.
- Entonces, sabiendo el lugar donde interactuó el fotón y la energía que llevaba podemos reconstruir su dirección original



FUNCIONAMIENTO DE UNA CÁMARA COMPTON MÉTODO BACKPROJECTION

- Sabiendo cuanta energía tenía el fotón y cuanta depositó en el compton podemos saber con que ángulo rebotó
- Para hacerlo tenemos que correlacionar temporalmente el evento en el scatterer y en el absorber.
- Entonces, podemos formar un cono de posibles orígenes de donde salió el fotón
- Si tenemos muchos eventos podremos formar muchos conos y veremos que todos comparten un punto.



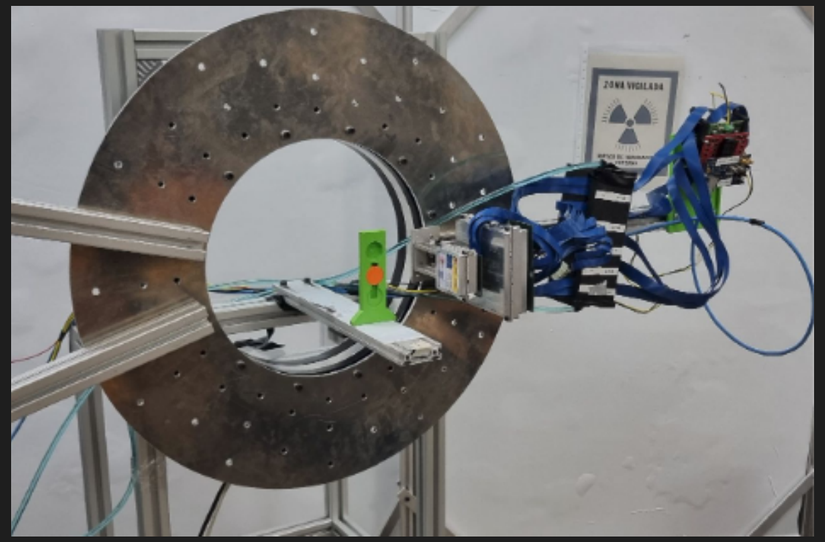


FUNCIONAMIENTO DE UNA CÁMARA COMPTON - ITED

- 1 scatterer
- 4 absorbers
- 5 cristales monolíticos centelladores LaCl3

FUNCIONAMIENTO DE UNA CÁMARA COMPTON - NORITED

- Para obtener una imagen 3D se van a tomar datos desde diferentes ángulos
- En nuestro caso usamos un sistema rotativo
- Mediciones desde diferentes ángulos

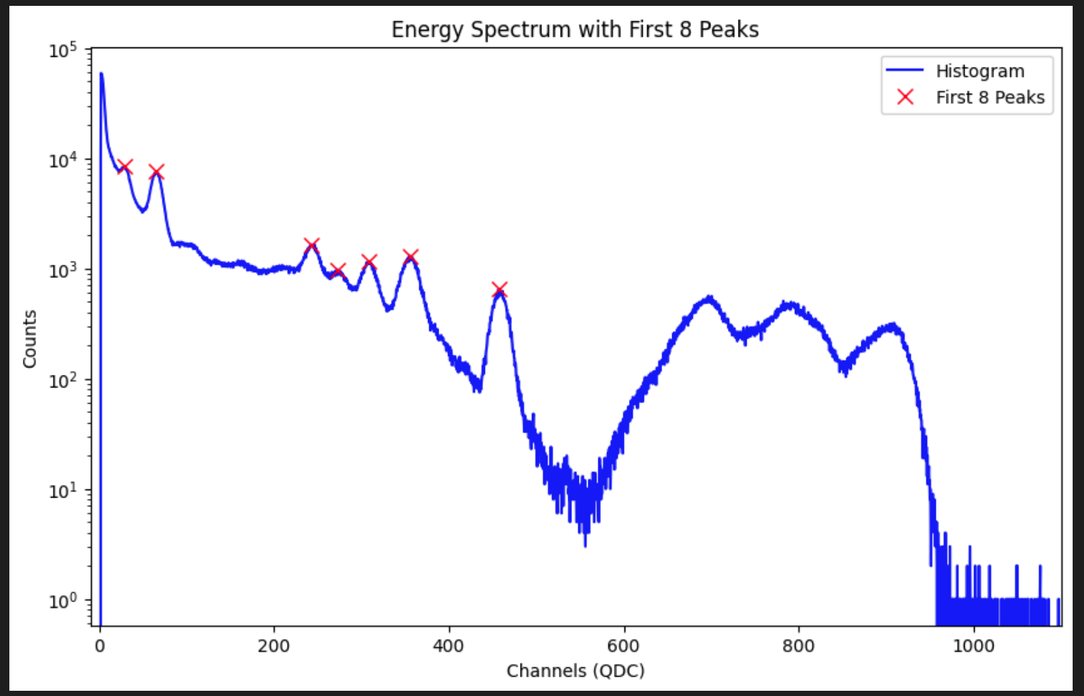


TRABAJO EXPERIMENTAL

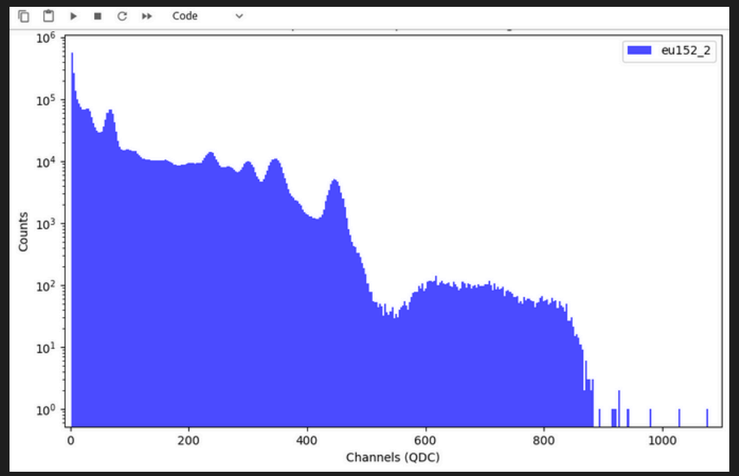
- 1- Calibración
- 2- Imagen de Na-22
- 3- Imagen simultánea de dos fuentes
- 4- Phase imaging

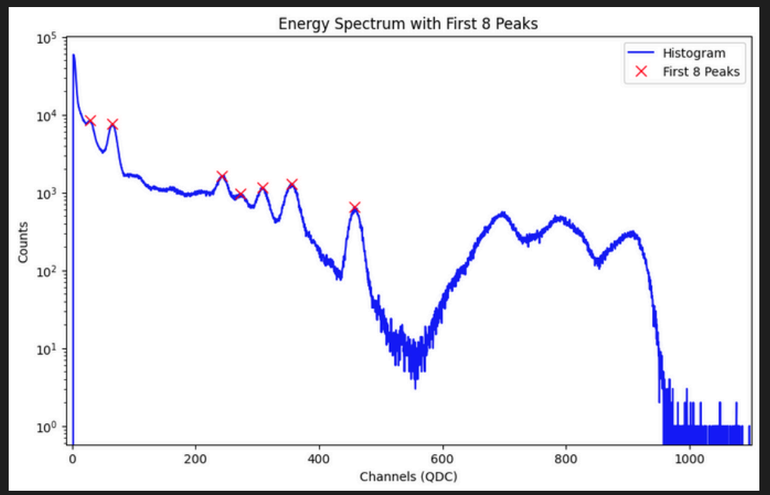
CALIBRACIÓN

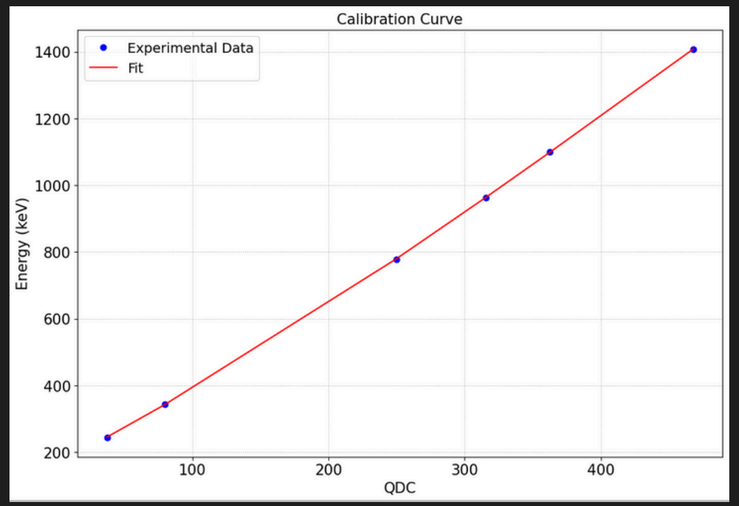
- El sistema nos da señales de una determinada intensidad
- Vamos a querer relacionar la intensidad de las señales con la energía real del evento.
- Europio 152
- Para hacerlo vamos a usar una fuente de la cual conozcamos a que energía emite los gammas y relacionaremos los picos
- Habra que calibrar el scatterer y los 4 absorbers

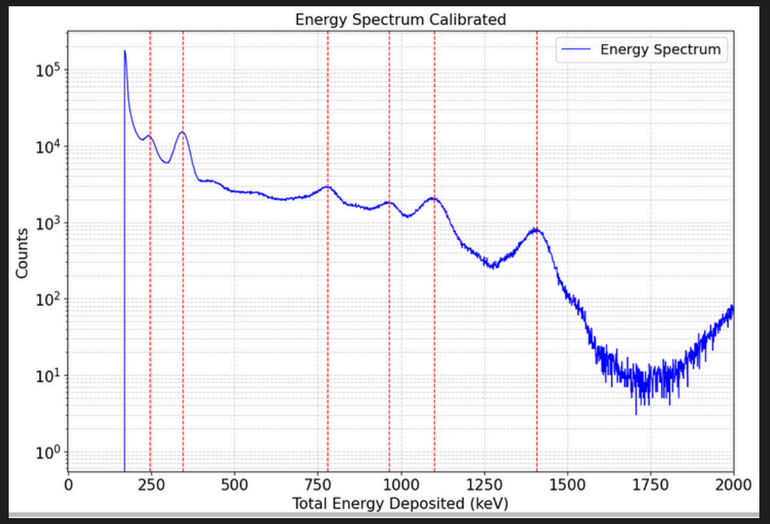


CALIBRACIÓN



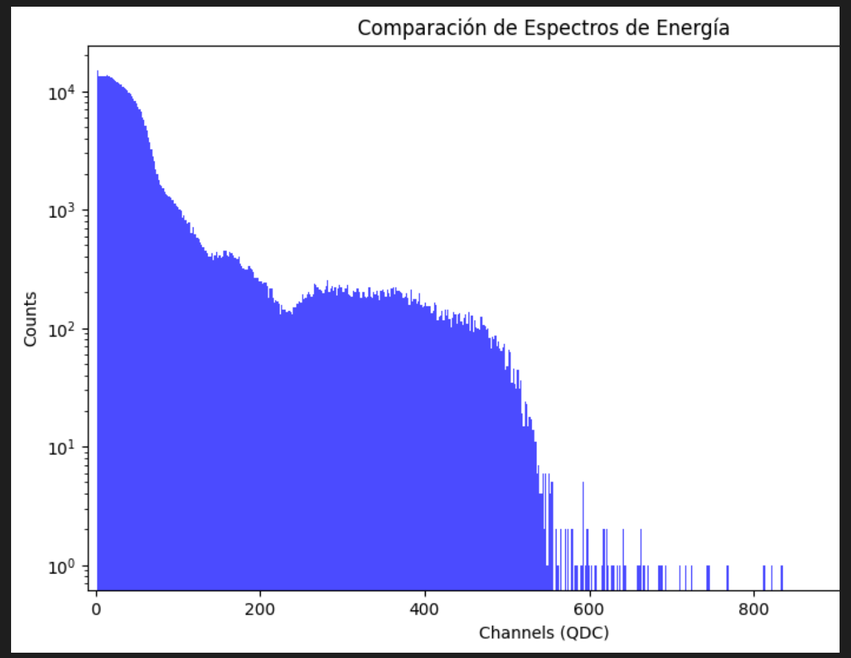






CALIBRACIÓN
FACTORES A TENER EN CUENTA:
TEMPERATURA

- **Sistema de enfriamiento líquido**
- **15ºC**



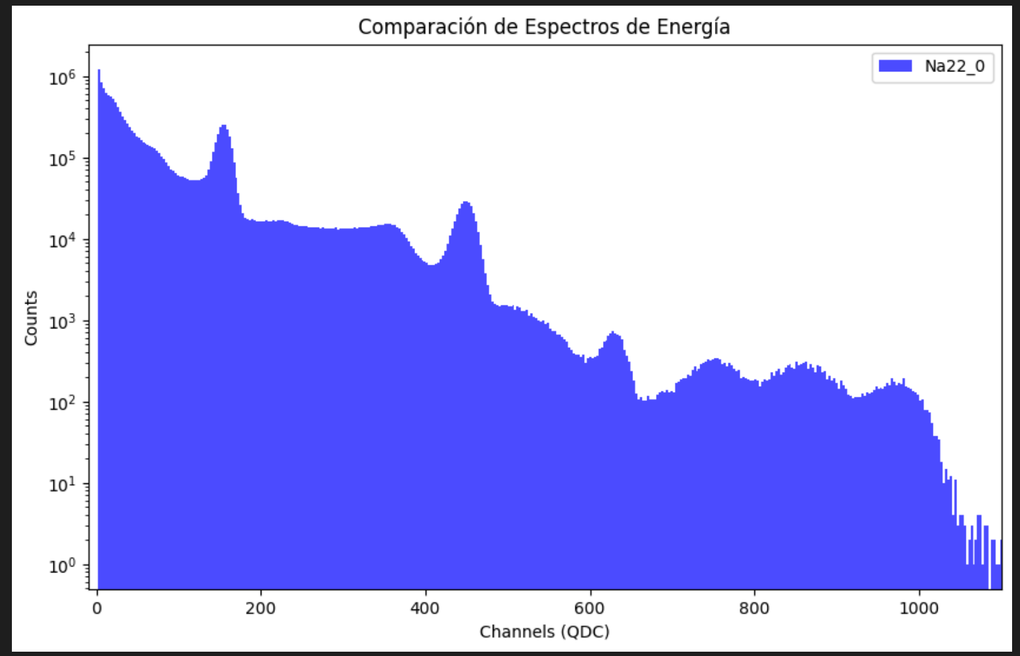
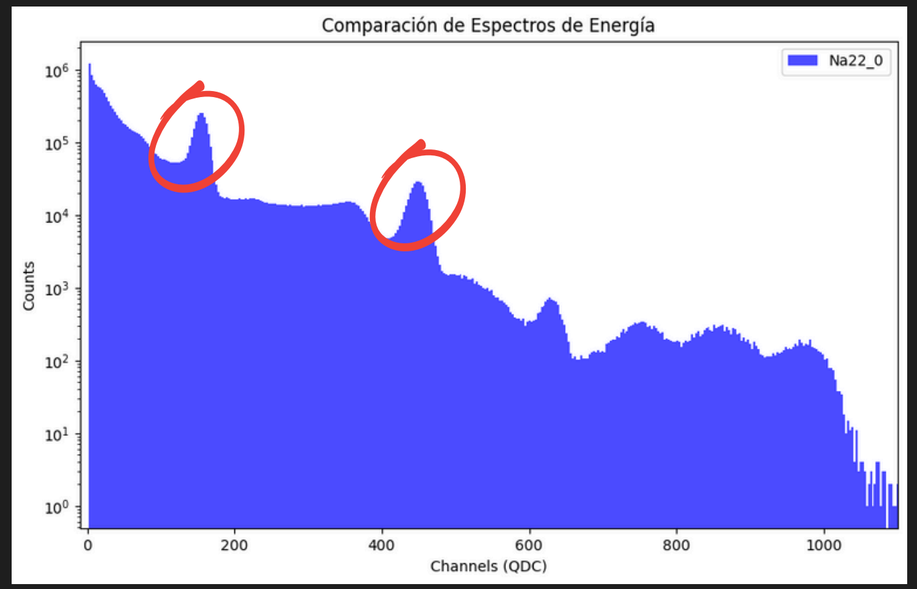


IMAGEN Na-22

- El isótopo Na-22 se desintegra β+
- 2 gammas principales
- Gamma de 511 keV debido a la aniquilación del positrón
- Gamma de 1274 keV debido a la desexcitación del Neón



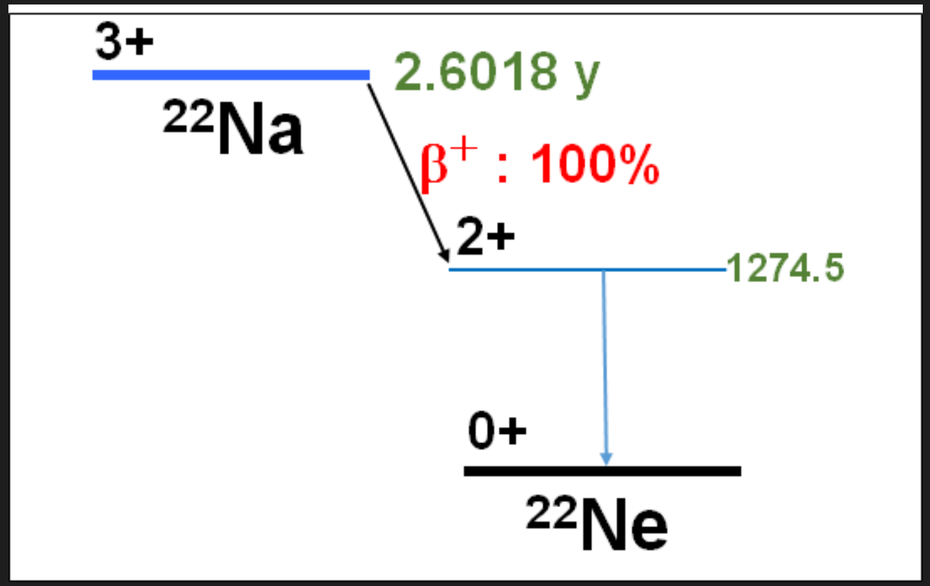


IMAGEN Na-22

- Para hacer la imagen vamos a usar eventos en coincidencia
- Mediciones de 5 minutos
- Rotaciones de 30 grados
- Con solo una medida no obtienes resolución en profundidad

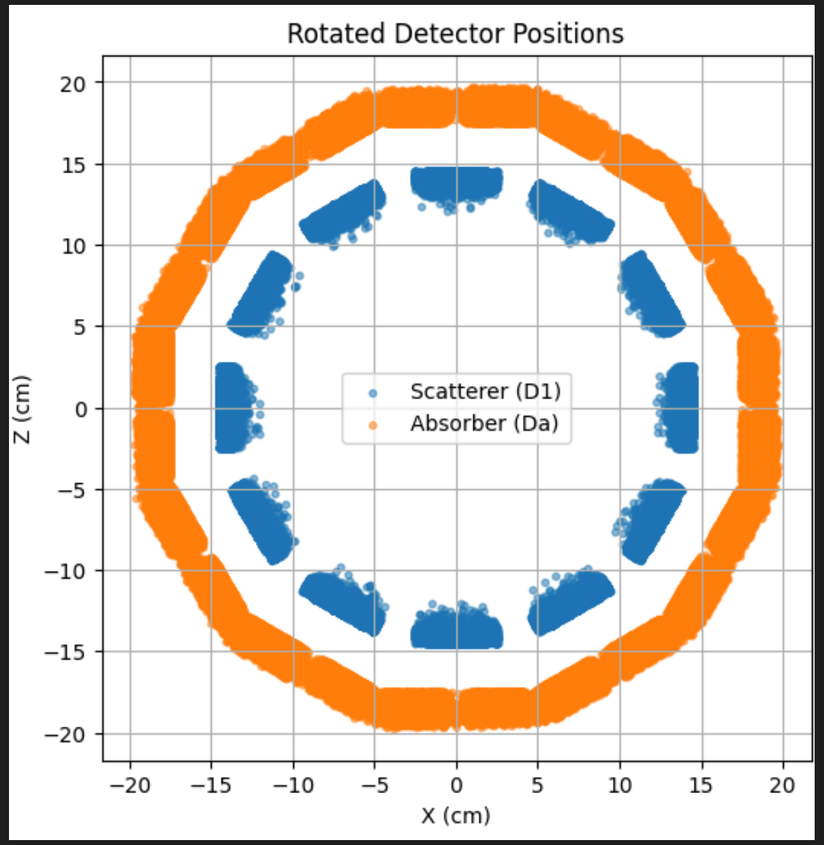


IMAGEN Na-22

- Vamos a intentar filtrar los eventos que sabemos que no vienen de la fuente.
- Para hacer la imagen vamos a tomar todas las coincidencias de una energía cercana a un pico conocido de nuestro isótopo radioactivo. En nuestro caso el de 511keV.
- Vamos a descartar los que tengan un ángulo muy grande
- 105415 eventos en coincidencía

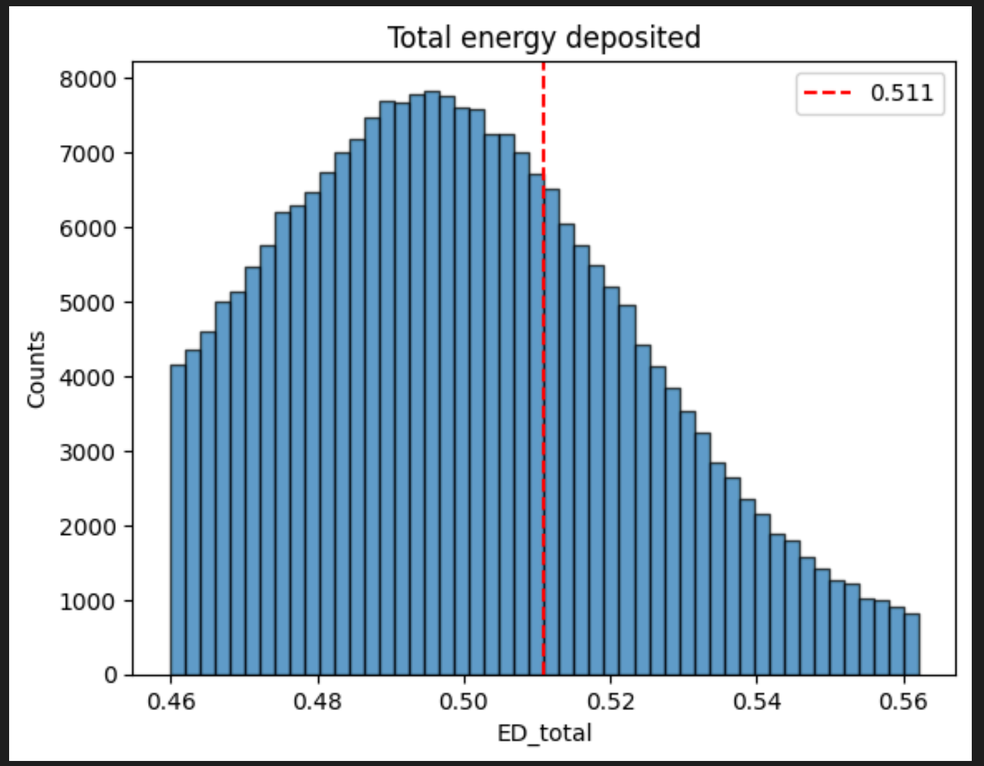


IMAGEN Na-22 - Backprojection

imágenes en 1D

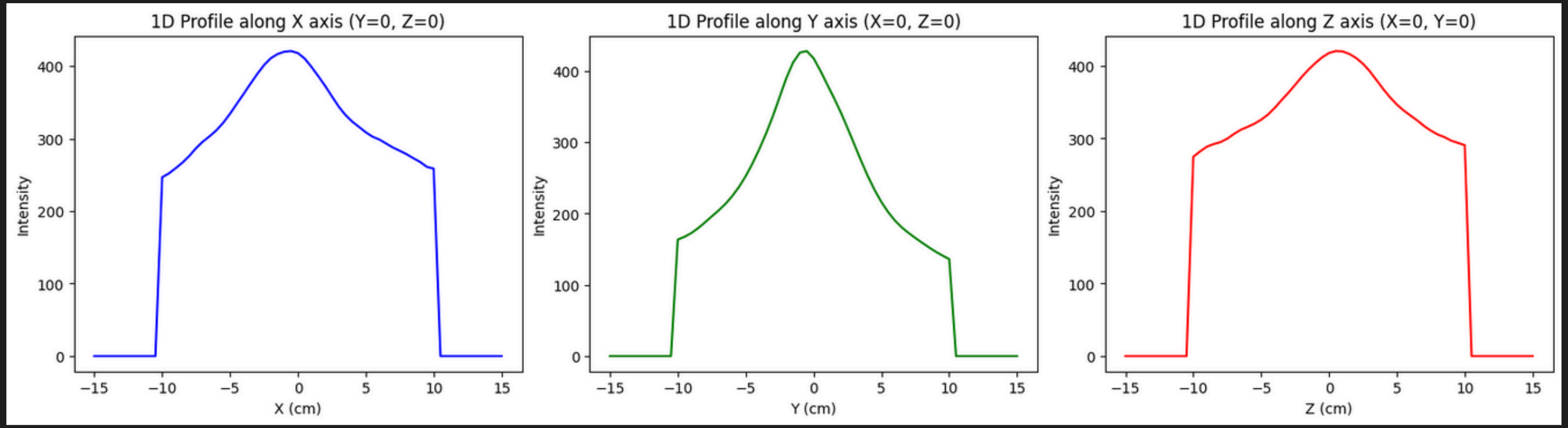


IMAGEN Na-22 - Backprojection

imágenes en 2D

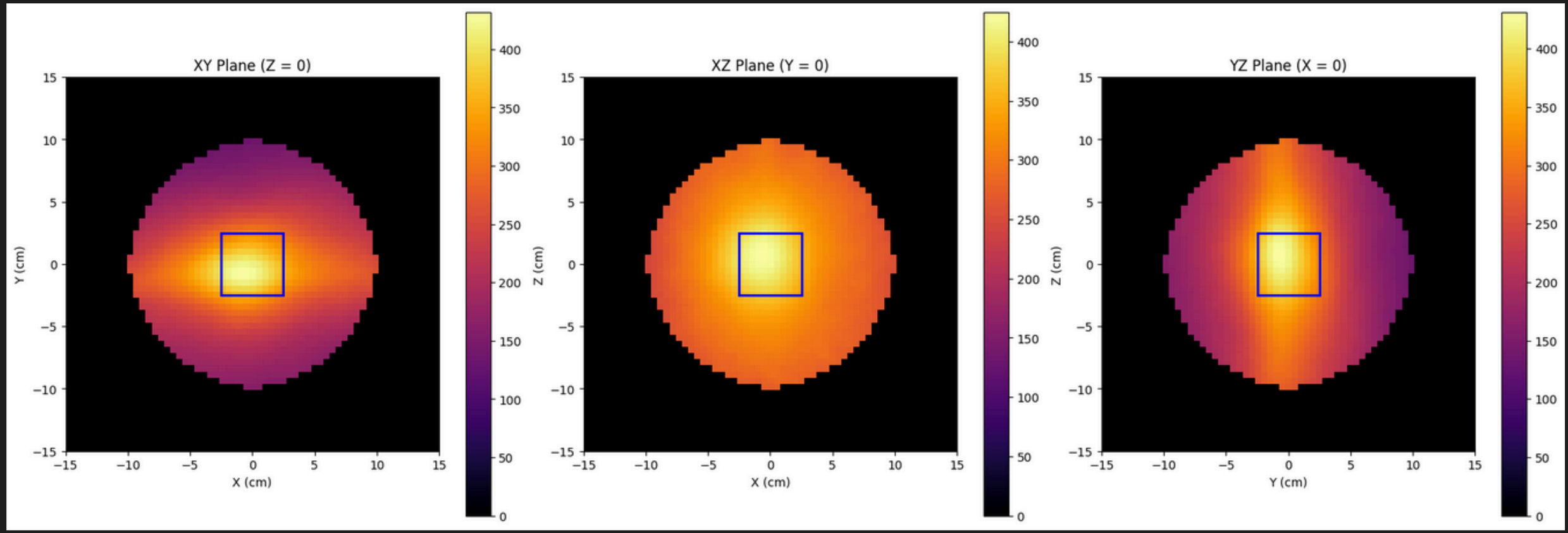
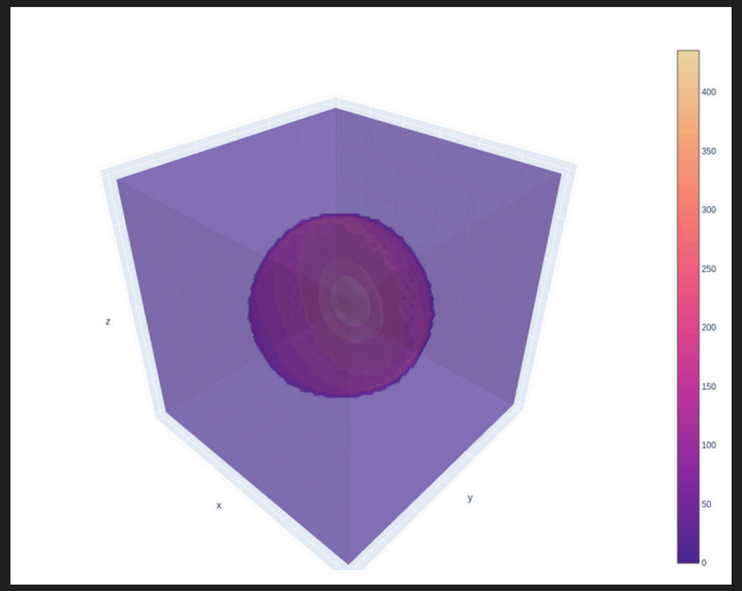
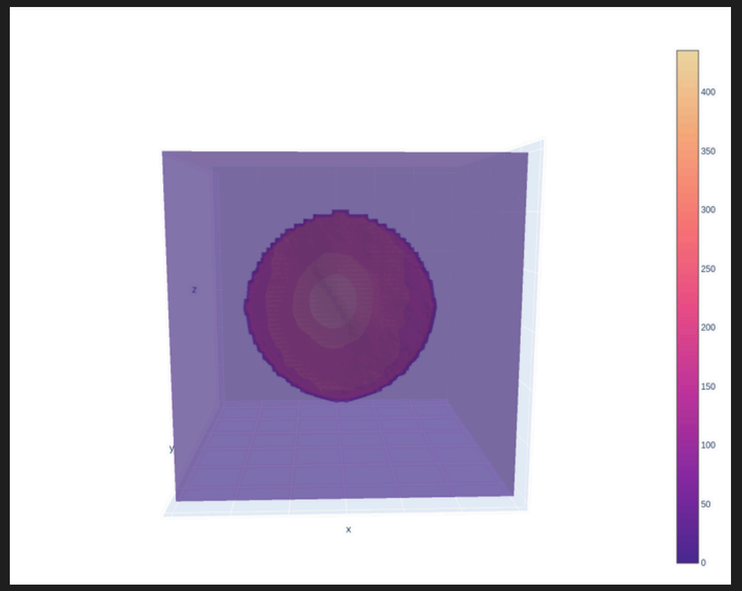


IMAGEN Na-22 - Backprojection

imágenes en 3D





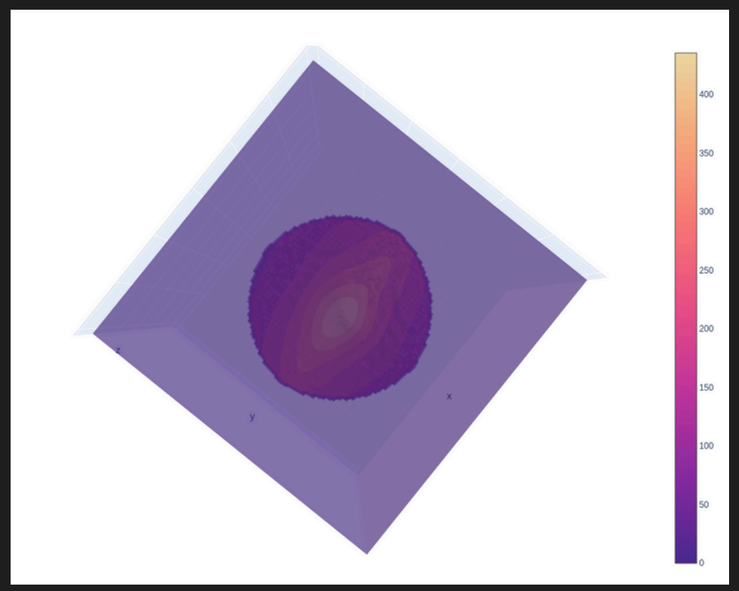


IMAGEN Na-22
Algoritmo MLEM

- Algoritmo iterativo
- Mejora las imágenes
- Potencia las partes del cono con más probabilidad de tener un evento

IMAGEN Na-22
Algoritmo MLEM

imágenes en 1D

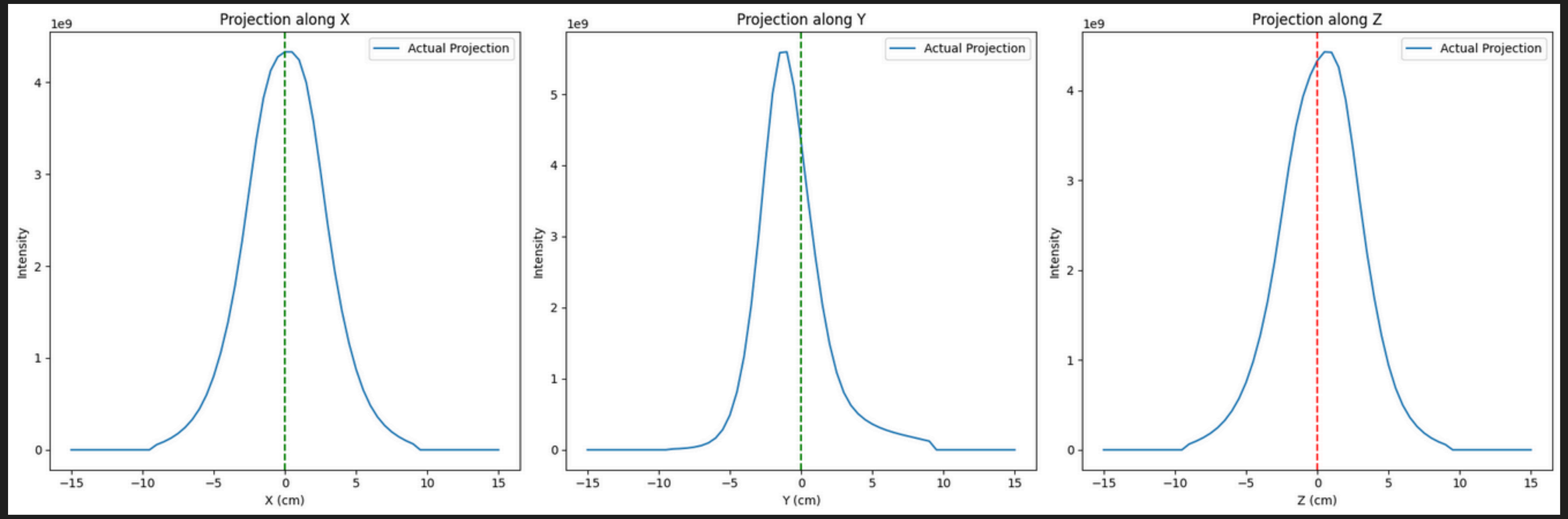


IMAGEN Na-22
Algoritmo MLEM

imágenes en 2D

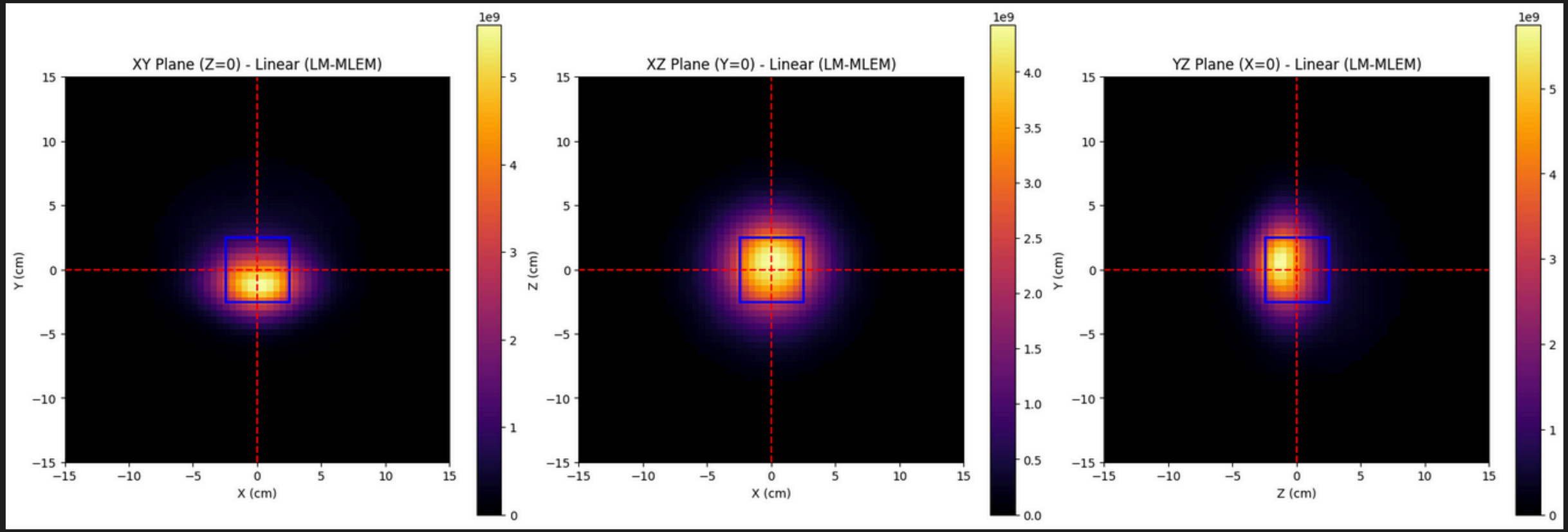
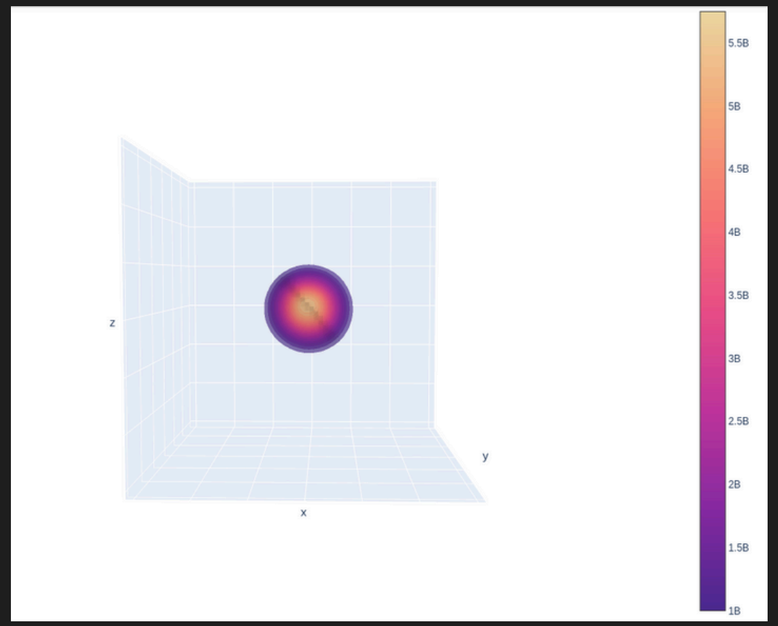
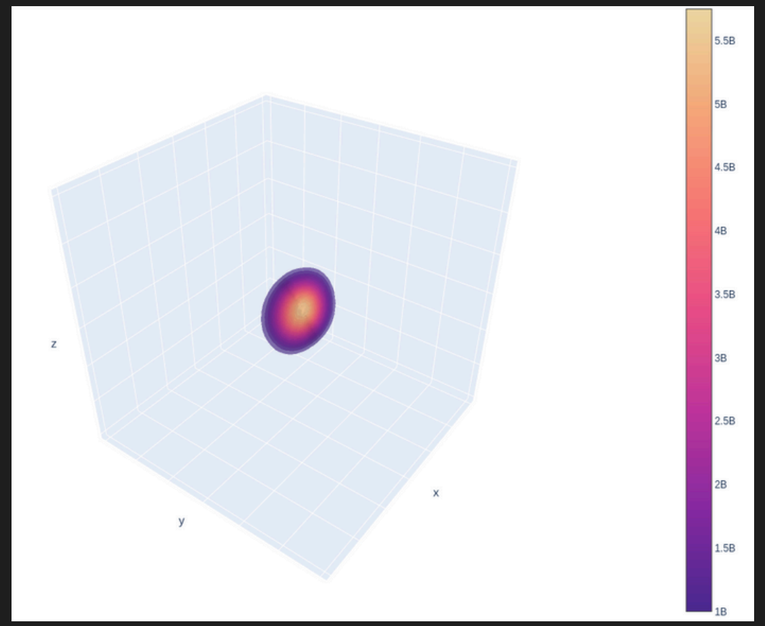


IMAGEN Na-22
Algoritmo MLEM

imágenes en 3D





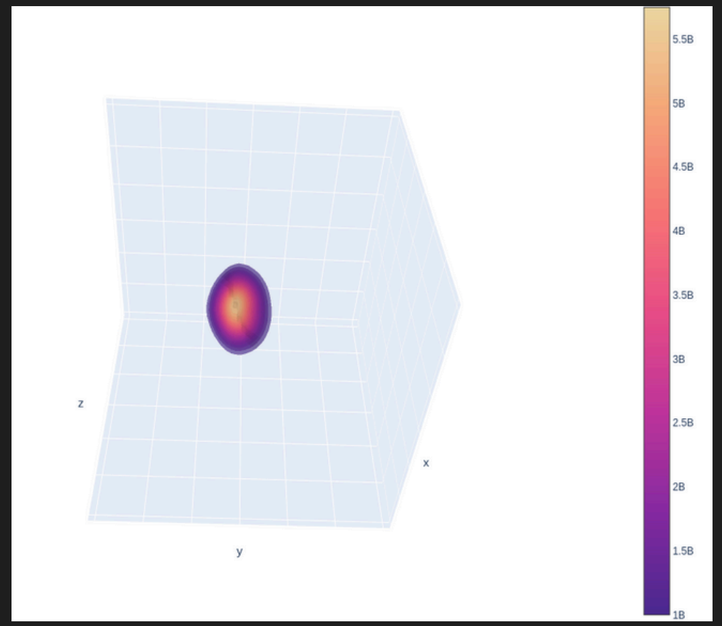


IMAGEN SIMULTÁNEA DE DOS FUENTES

- Colocamos una fuente de Na-22 otra de Eu-152 al mismo tiempo en la zona imagen.
- Cambiando la energía que graficas puedes diferenciar las fuentes
- Se tienen más eventos y de energias más diversas

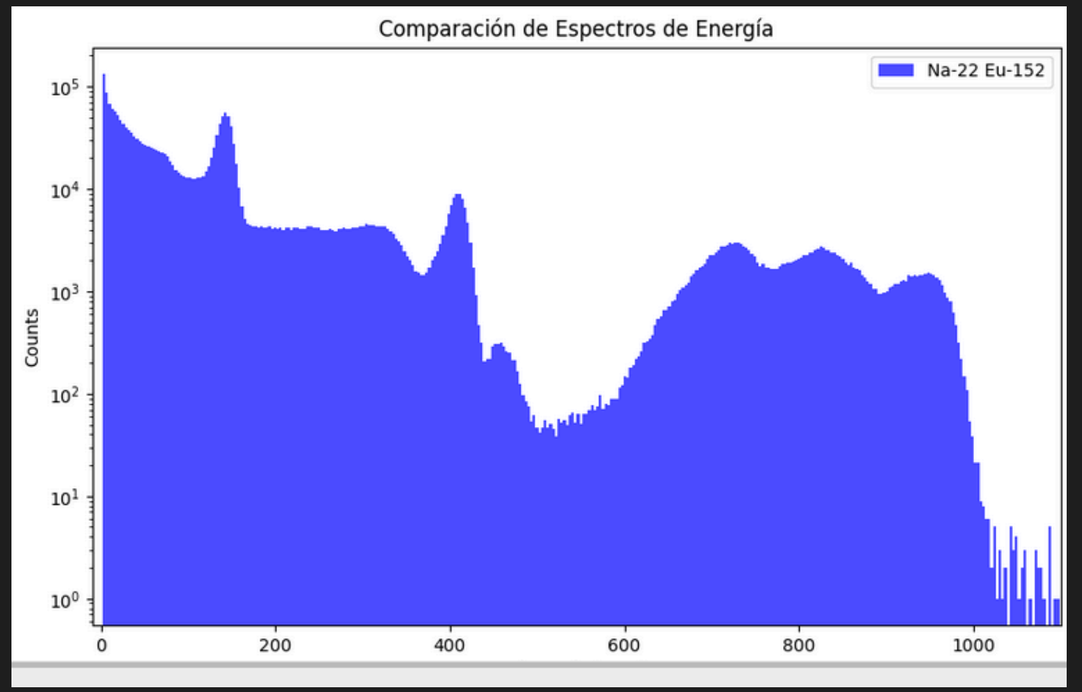


IMAGEN SIMULTÁNEA DE DOS FUENTES

imágenes Na22 - pico de 511 keV

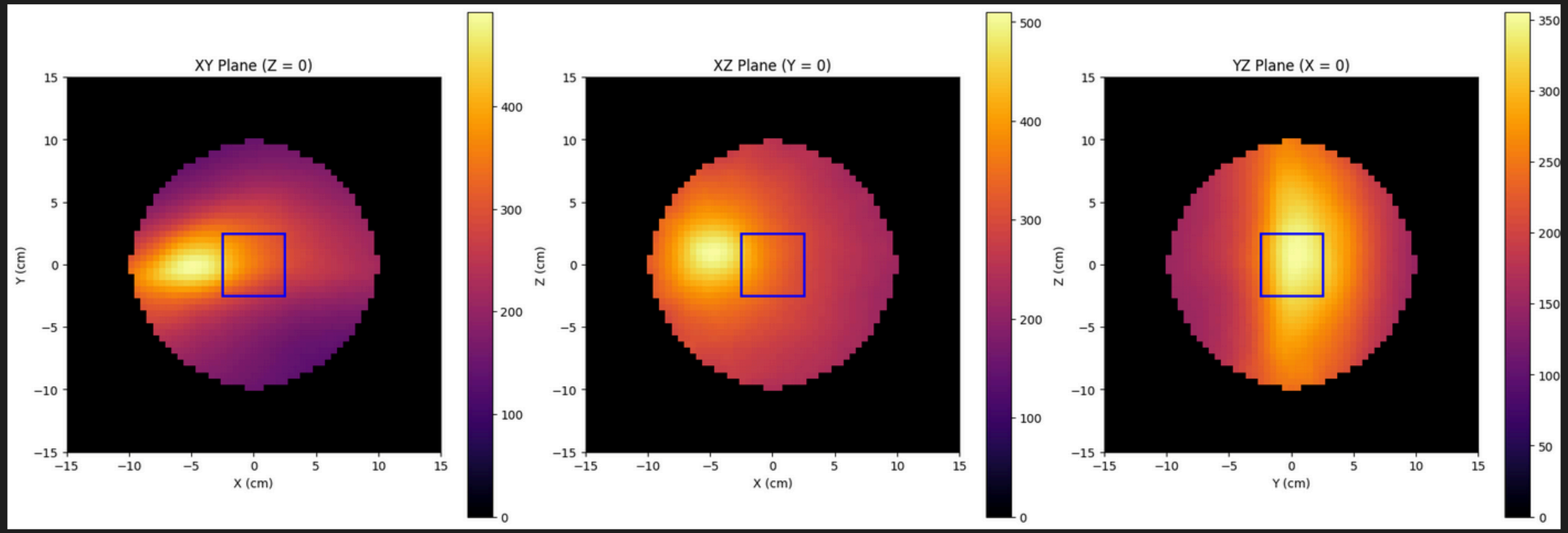


IMAGEN SIMULTÁNEA DE DOS FUENTES

imágenes Eu152 - pico de 1408 keV

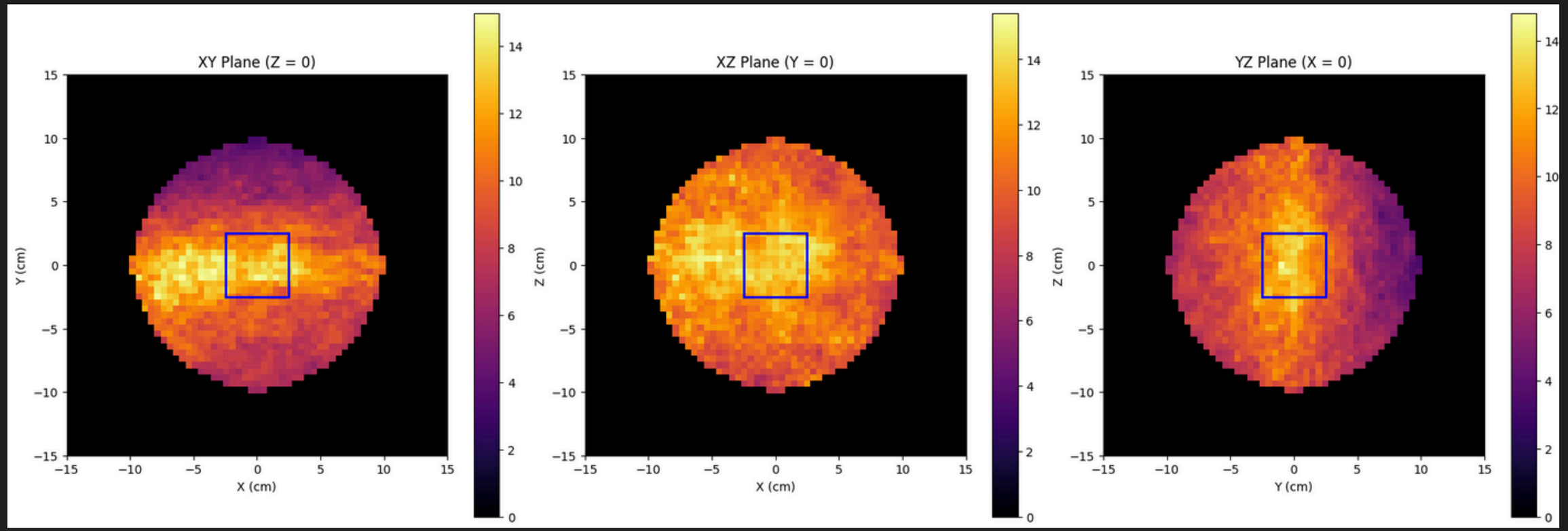
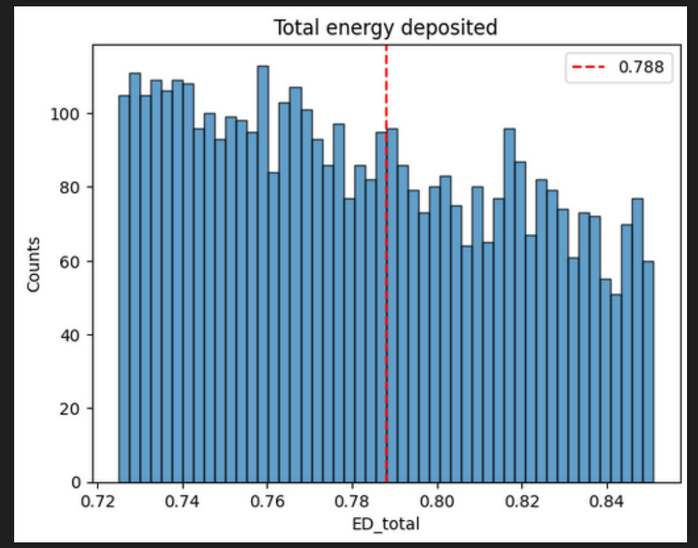


IMAGEN SIMULTÁNEA DE DOS FUENTES - PERIPECIAS

- Cogimos un pico de energía no demasiado alta para que el detector tenga eficiencia suficiente, un pico que no necesariamente era el más intenso.

- Cogimos un pico alejado de los de emisión del Na22 para que sus gammas no dominen tanto el gràfico.

- Analizamos solo los ángulos en los quales el detector quedaba más cerca del europio que del sodio.



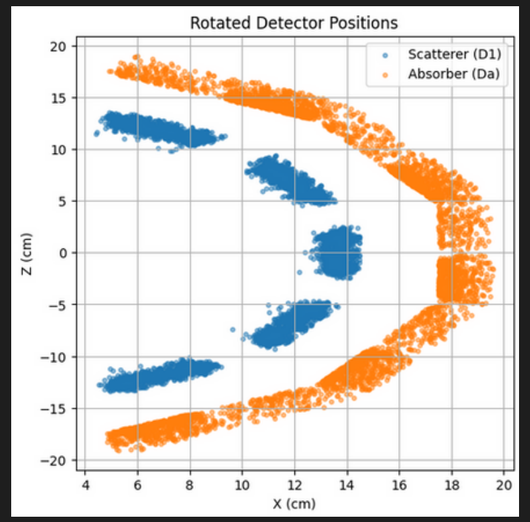
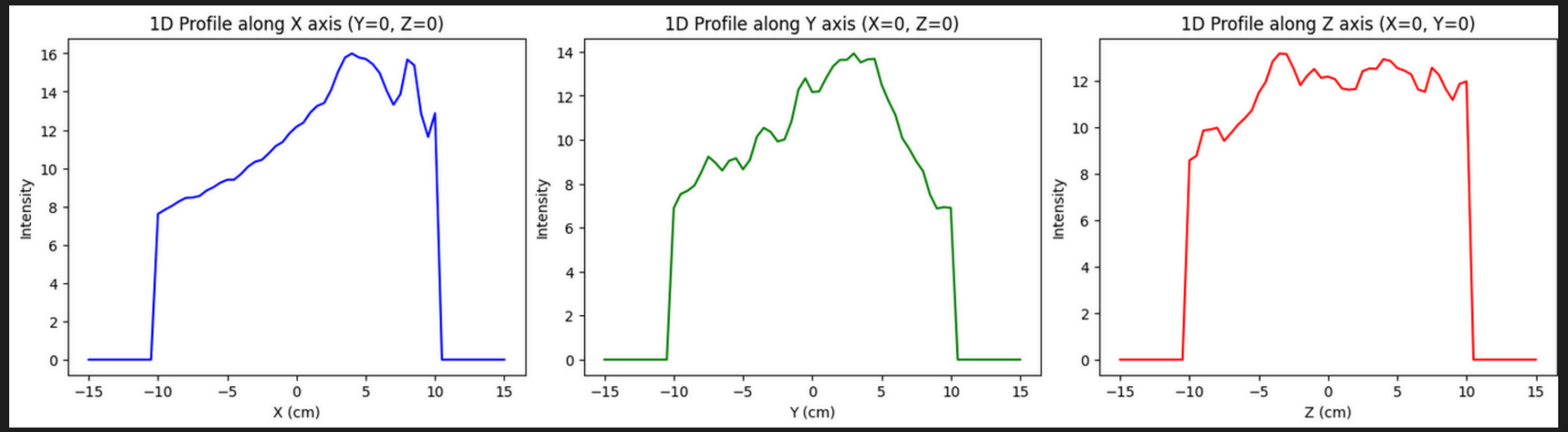
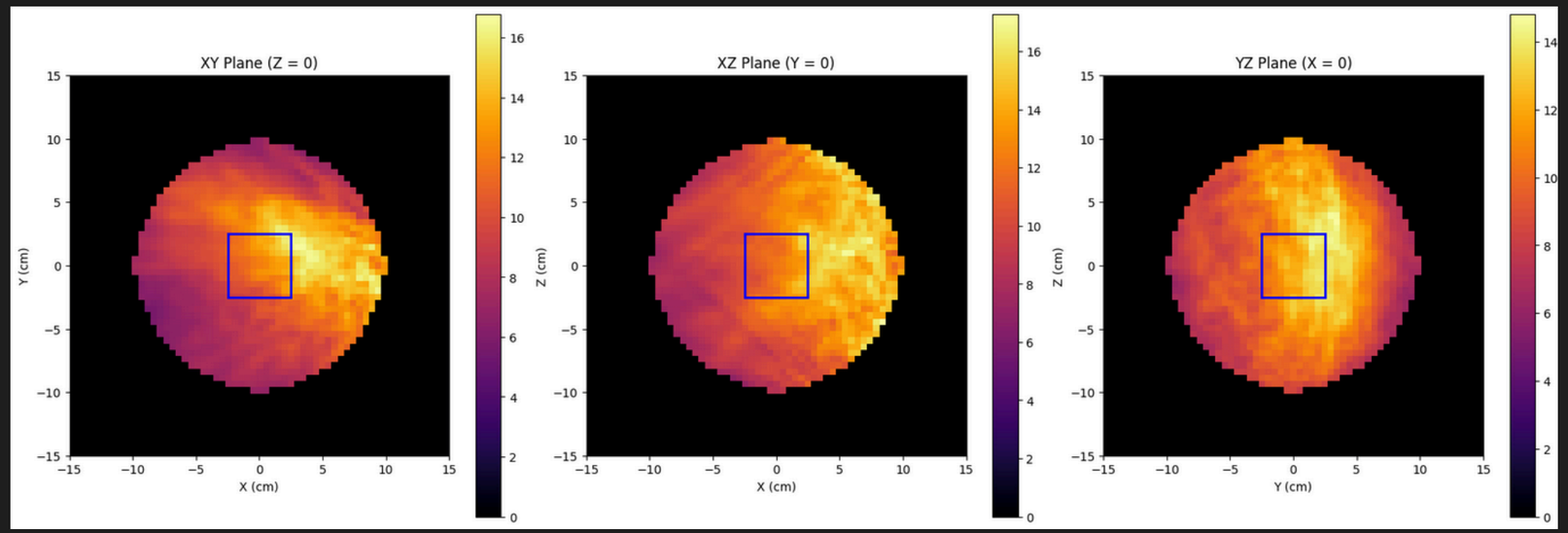


IMAGEN SIMULTÁNEA DE DOS FUENTES

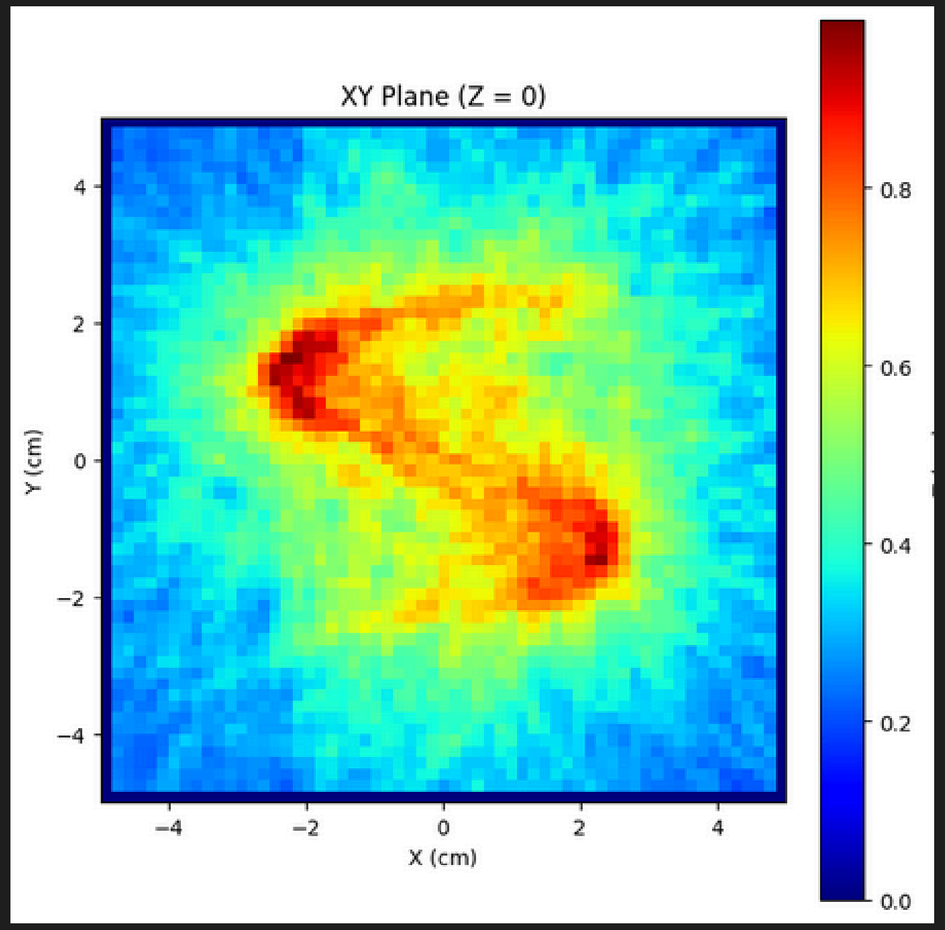
imágenes Eu152 - pico de 788 keV



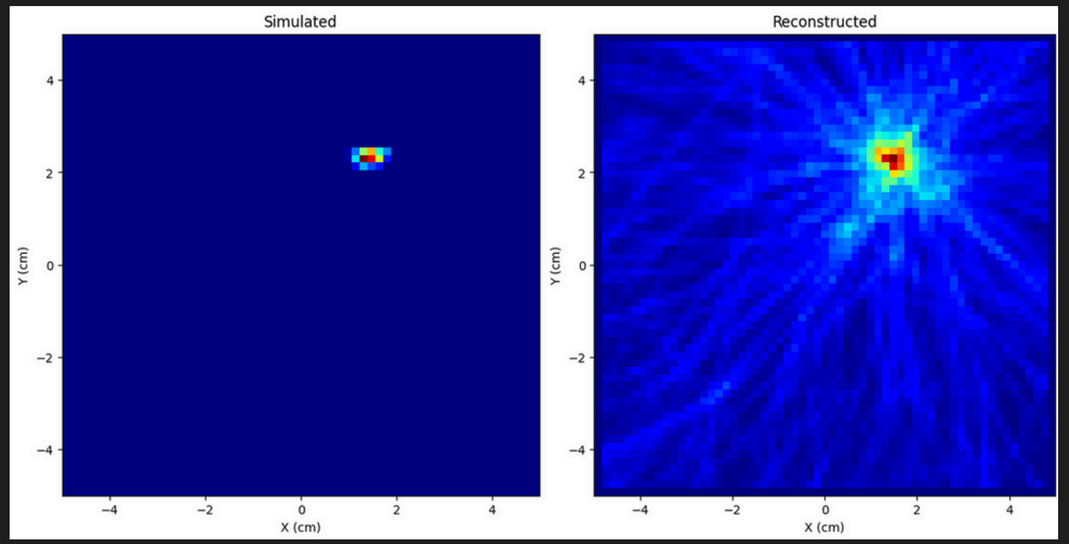


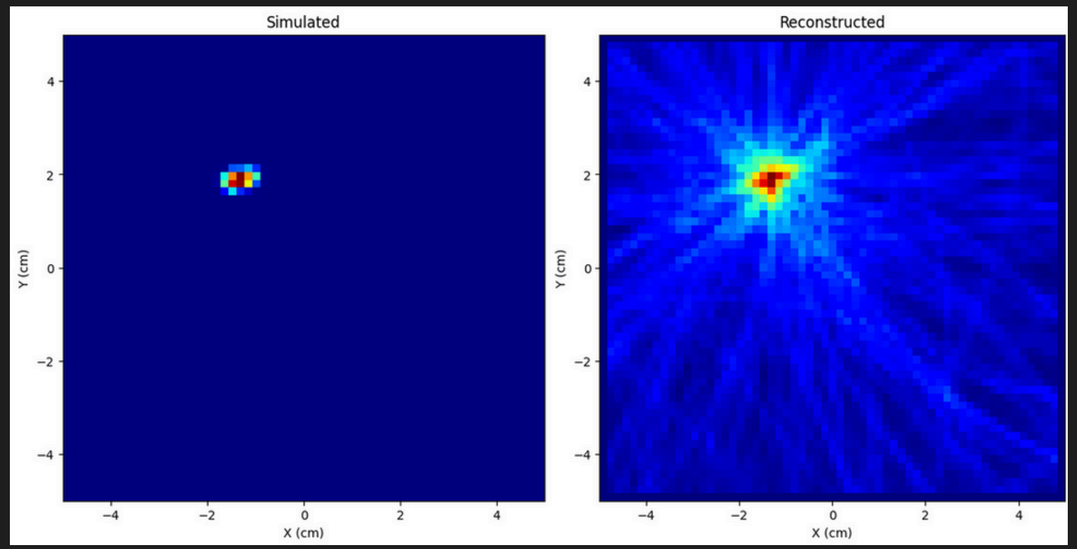
PHASE IMAGING

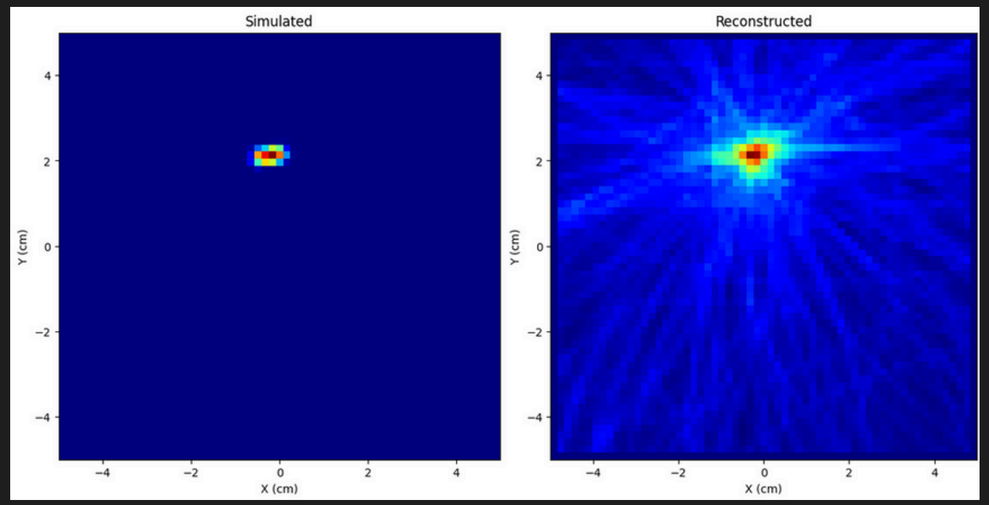
- Tomar imágenes de una fuente que sigue un movimiento periódico
- Al ser un movimiento periódico podemos sumar los eventos que esten en fase para mejorar la estadística.
- En nuestro caso use unos datos simulados. Generamos por Montecarlo diferentes datos de muchos eventos de una fuente realizando un movimiento periódico



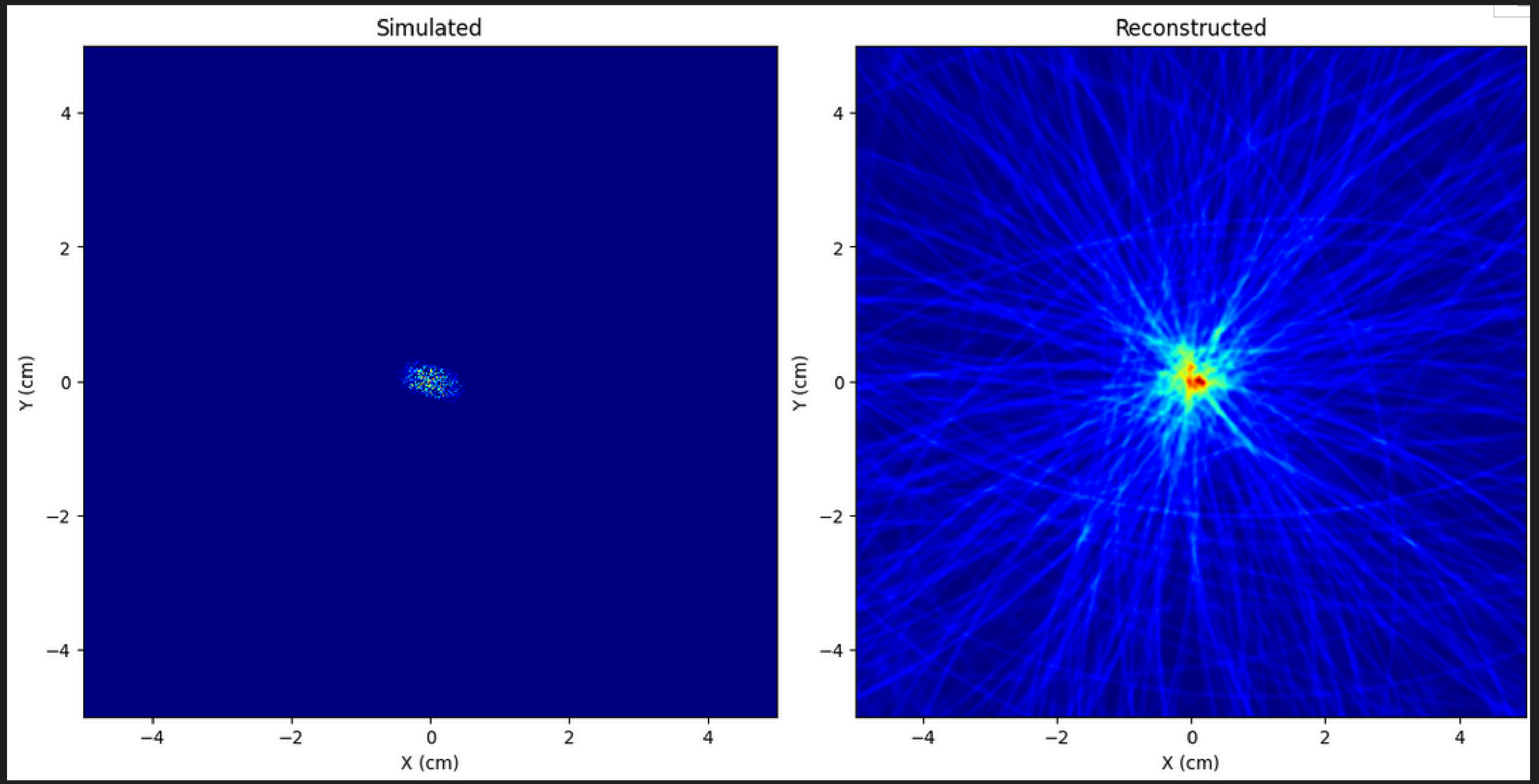
PHASE IMAGING







PHASE IMAGING



MUCHAS GRACIAS