

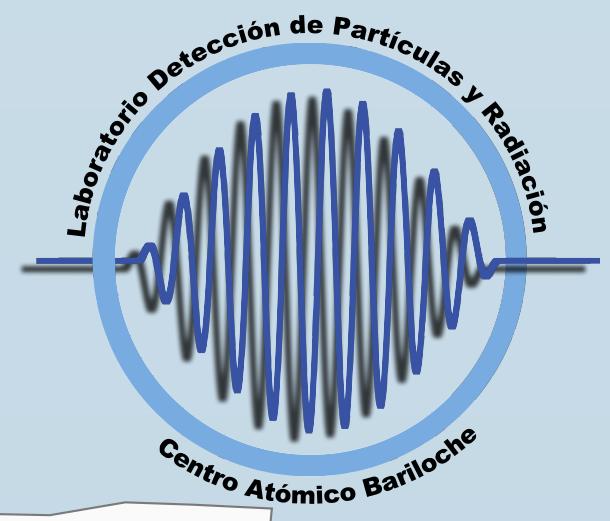
Detección y análisis de interacciones de partículas con sensores APS-CMOS mediante la implementación de una librería en C++



Darío Federico Balmaceda

Laboratorio Detección de Partículas y Radiación. Centro Atómico Bariloche

leschatten@gmail.com



Resumen

Los sensores CMOS constituyen una alternativa de bajo precio para la detección de interacciones de partículas. En este trabajo se implementó una librería para utilizar el sensor OmniVision OV5647 de la cámara Raspicam V1.3, con una Raspberry Pi. Utilizando esta librería se observaron los picos de emisión de rayos X K_{α} y K_{β} del Cu y los picos K_{α} del Fe y del Ca. La determinación de estos picos permitió hacer la correcta calibración de carga depositada en función del valor de los píxeles. Finalmente se utilizó la librería para la detección de interacciones con partículas secundarias producidas por rayos cósmicos con el sensor.

Introducción

Raspberry Pi

En este trabajo se utilizó la versión 3 de Raspberry Pi, cuyo costo aproximado es de 25 dólares. Esta computadora de placa reducida ofrece una gran versatilidad debido al reducido tamaño, el bajo precio y la facilidad de programación para diversas aplicaciones. En este caso, se instaló el sistema operativo *Raspbian* en una memoria de 16 GB, el espacio restante permitió almacenar del orden de 1000 fotos en formato .raw

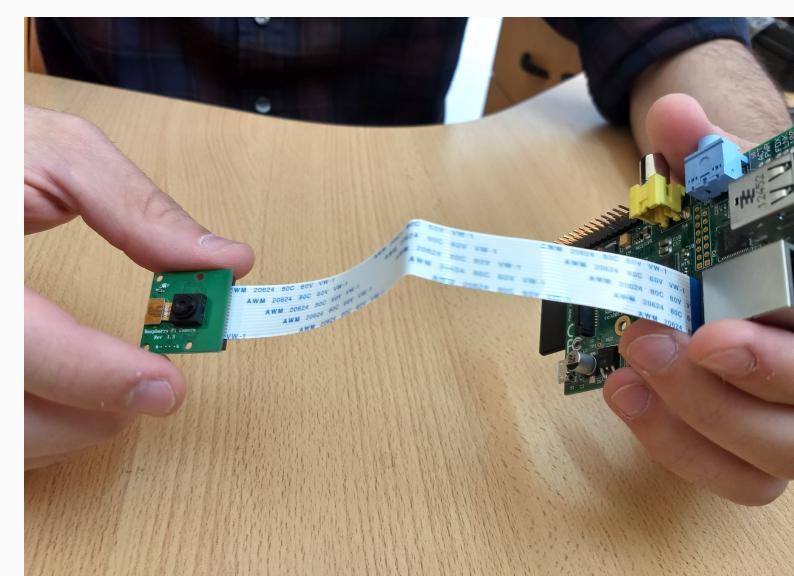


Fig. 1: Raspberry Pi y Raspicam utilizadas

Sensores CMOS-APS

Los sensores de píxeles activos utilizan tecnología CMOS para detectar radiación. Existen varias aplicaciones para este tipo de sensores, debido al bajo costo y a los buenos resultados obtenidos en fotografías.^[1] En este caso se propone hacer uso de un sensor CMOS comercial para la detección de interacciones de partículas con el sensor mismo.

Configuración Experimental

Librería Raspicam

Para la adquisición de datos se utilizó la librería *raspicam*^[2] debido a la rapidez con la que se toman los datos.

Los parámetros fijados fueron:

- Tiempo de exposición, en 500 ms.
- Cuadros por segundo, en 2.

Librería propia

Librería en C++ con filosofía de programación orientada a objetos. Esta librería permitió:

- Encontrar eventos, basándose en píxeles adyacentes.
- Recortar imágenes.
- Determinar el ruido de una imagen.
- Determinar la carga de un evento.
- Calcular el centro de masa de un evento.
- Guardar imágenes a formato .bmp

Emisor de rayos X

Se utilizó un emisor de rayos X de Cu para medir el espectro de este material. Con el mismo emisor, se intercalaron placas de Fe y Ca para determinar el espectro de estos materiales. En la Fig. 2 se muestra la configuración experimental utilizada.

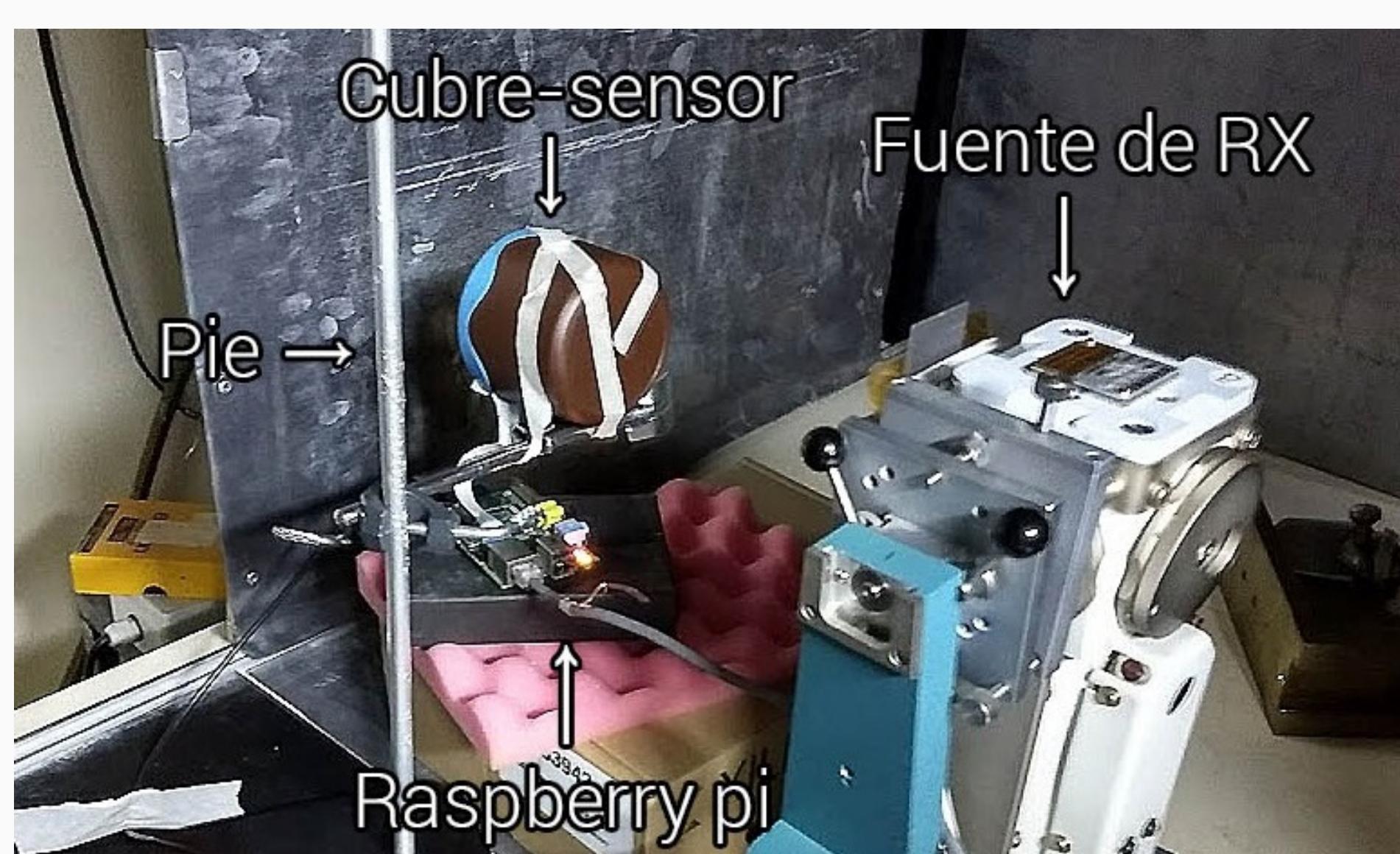


Fig. 2: Configuración experimental utilizada para la detección de rayos X.

Código Fuente



git.io/vhOLO

Características de la Raspicam V1.3

| | |
|--------------------------|-------------------|
| Sensor: | OmniVision OV5647 |
| Precio: | ≈ 23 dólares. |
| Cantidad de píxeles: | 2592x1944 |
| Resolución: | 5 MP |
| Tamaño de píxel: | 1.4 μm x 1.4 μm |
| Full Well Capacity: | 4300 electrones |
| Profundidad de bits: | 10 bits por píxel |
| Tamaño de la imagen raw: | 6.4 MB |

Bibliografía

- [1] M. Pérez y M. S. Haro Et Al. Commercial cmos pixel array for beta and gamma radiation particle counting. In EAMTA 2015, pages 11–16, Julio 2015.
- [2] 6by9. raspicam. <https://github.com/6by9/raspicam>, 2018. GitHub repository.
- [3] Albert C. Thompson y Douglas Vaughan. X-ray data booklet, 2009.
- [4] J. y Science and Technology Facilities Council Monroe. Global challenges research fund. ST/R002908/1.

Resultados

Determinación del ruido de lectura

Se promediaron 30 fotografías para determinar el ruido de lectura por pixel. La imagen resultante se muestra en la Fig. 3

Se realizó un histograma de los valores de los píxeles de una única imagen, para verificar la distribución y la dispersión del ruido. Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 4.

Debido a la fuerte dependencia del ruido con la columna, se restó la media por columna a cada columna. El histograma resultante se muestra en la Fig. 5

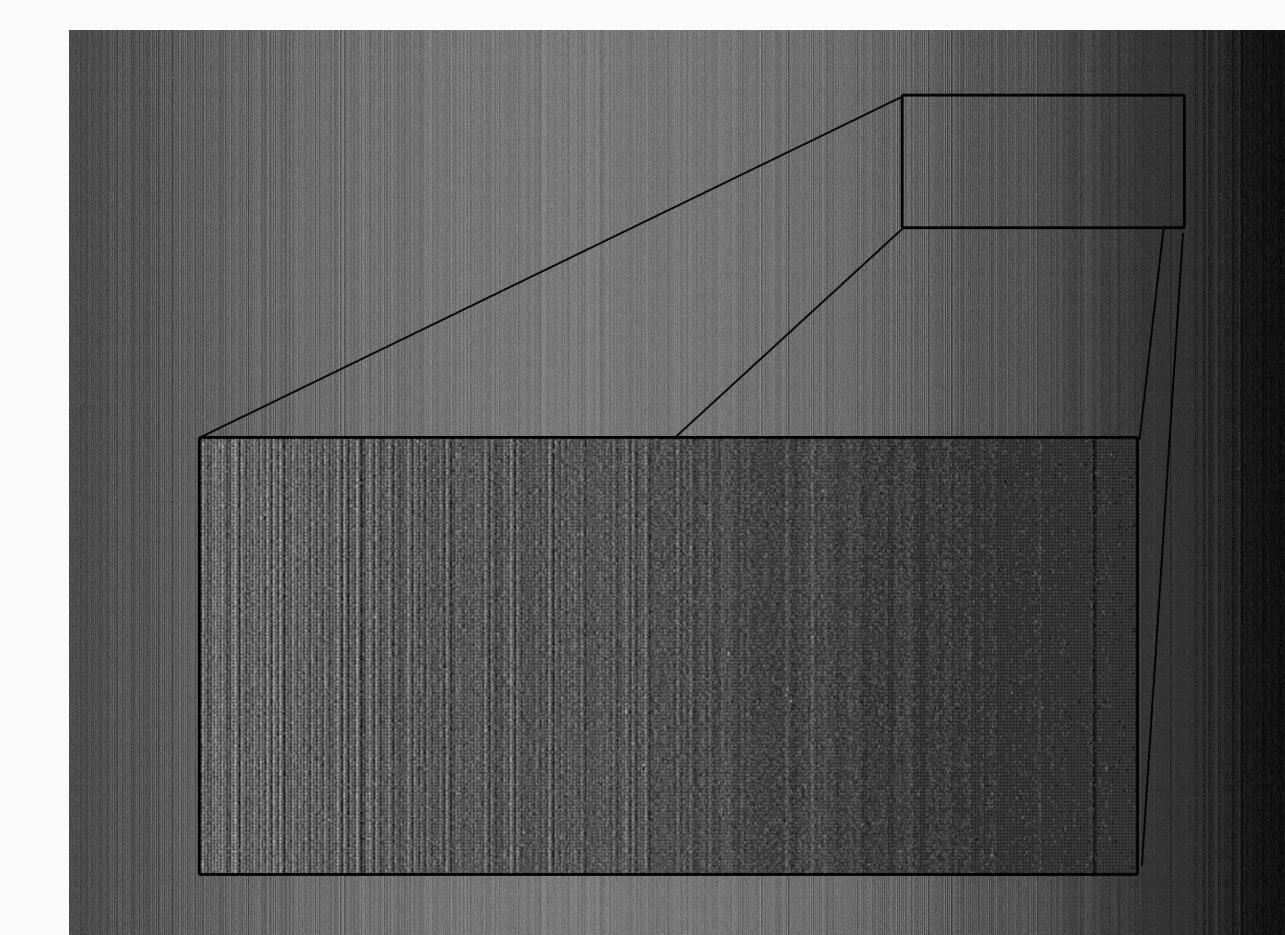


Fig. 3: Promedio de 30 imágenes sobre el fondo

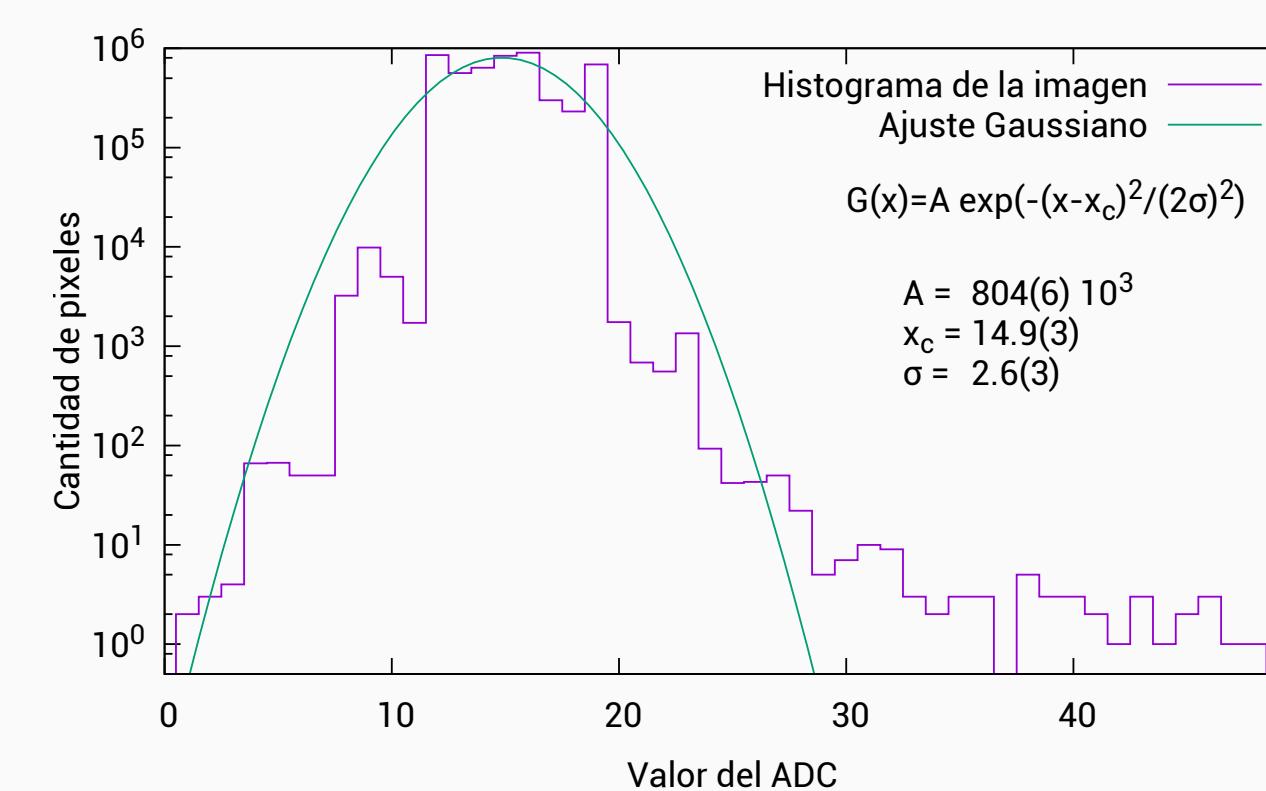


Fig. 4: Histograma obtenido para una imagen

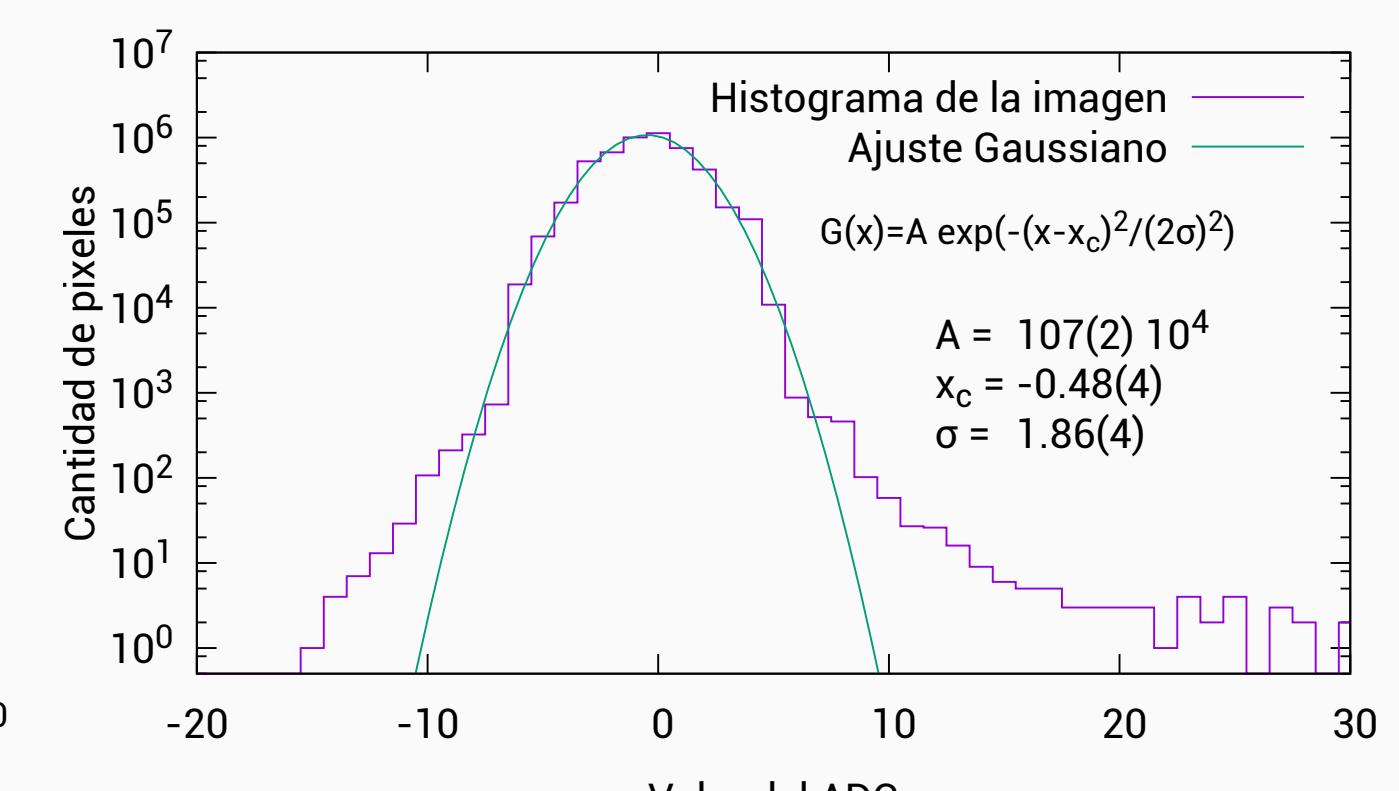


Fig. 5: Histograma obtenido para una imagen, con el promedio por columna restado

Calibración y determinación de los picos K_{α} y K_{β}

Para la calibración de la energía en función del valor del ADC, se analizó el espectro de rayos X del Cu, Fe y Ca, tal como se muestra en la Fig. 6. La calibración se hizo en base a los picos de emisión K_{α} y K_{β} de estos elementos, ya que sus valores se encuentran medidos [3].

En la Fig. 7 se muestra la calibración realizada. La relación carga por unidad de ADC obtenida es de 17.50(3) eV/ADC

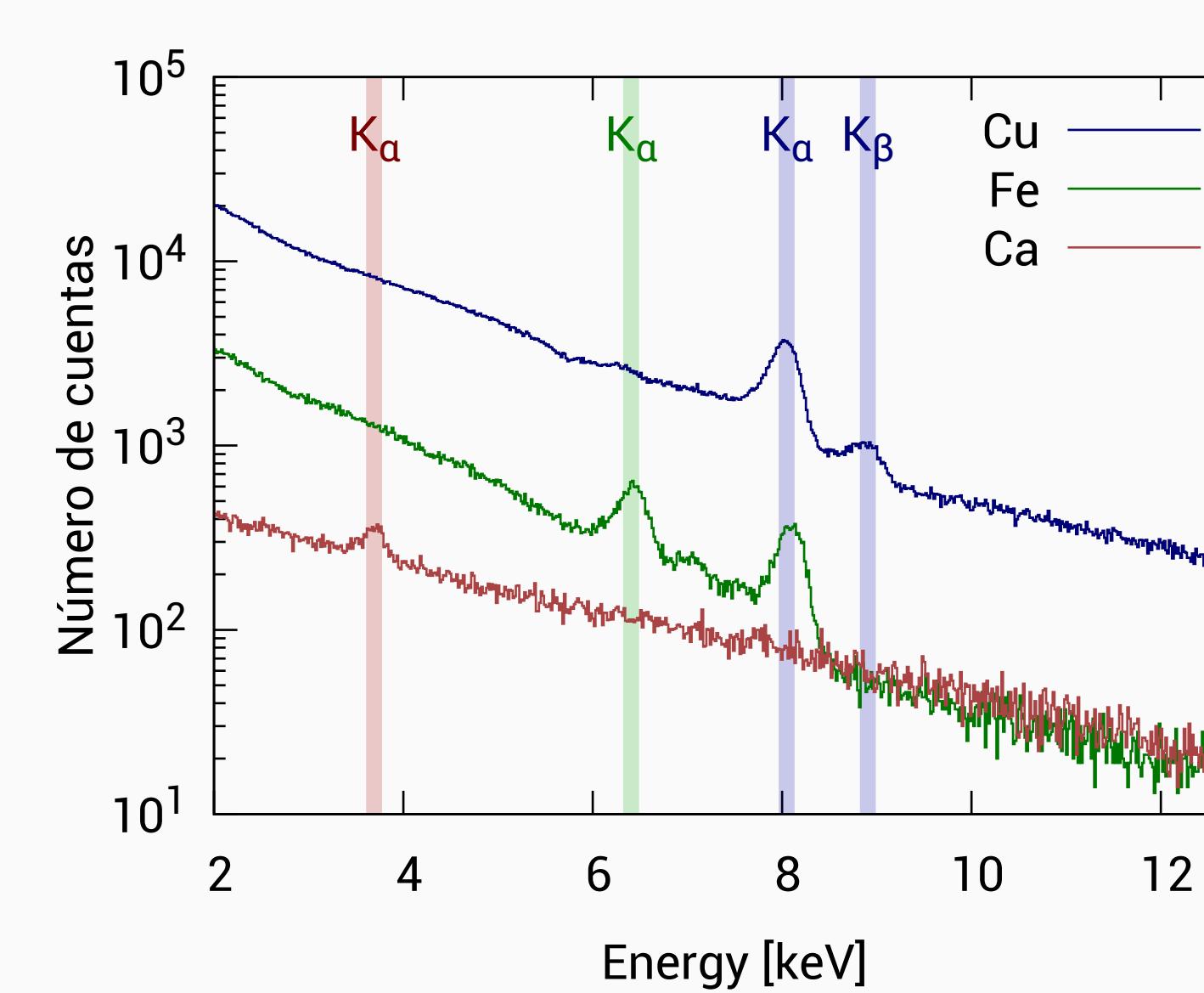


Fig. 6: Espectro obtenido para el Cu, Fe y Ca.

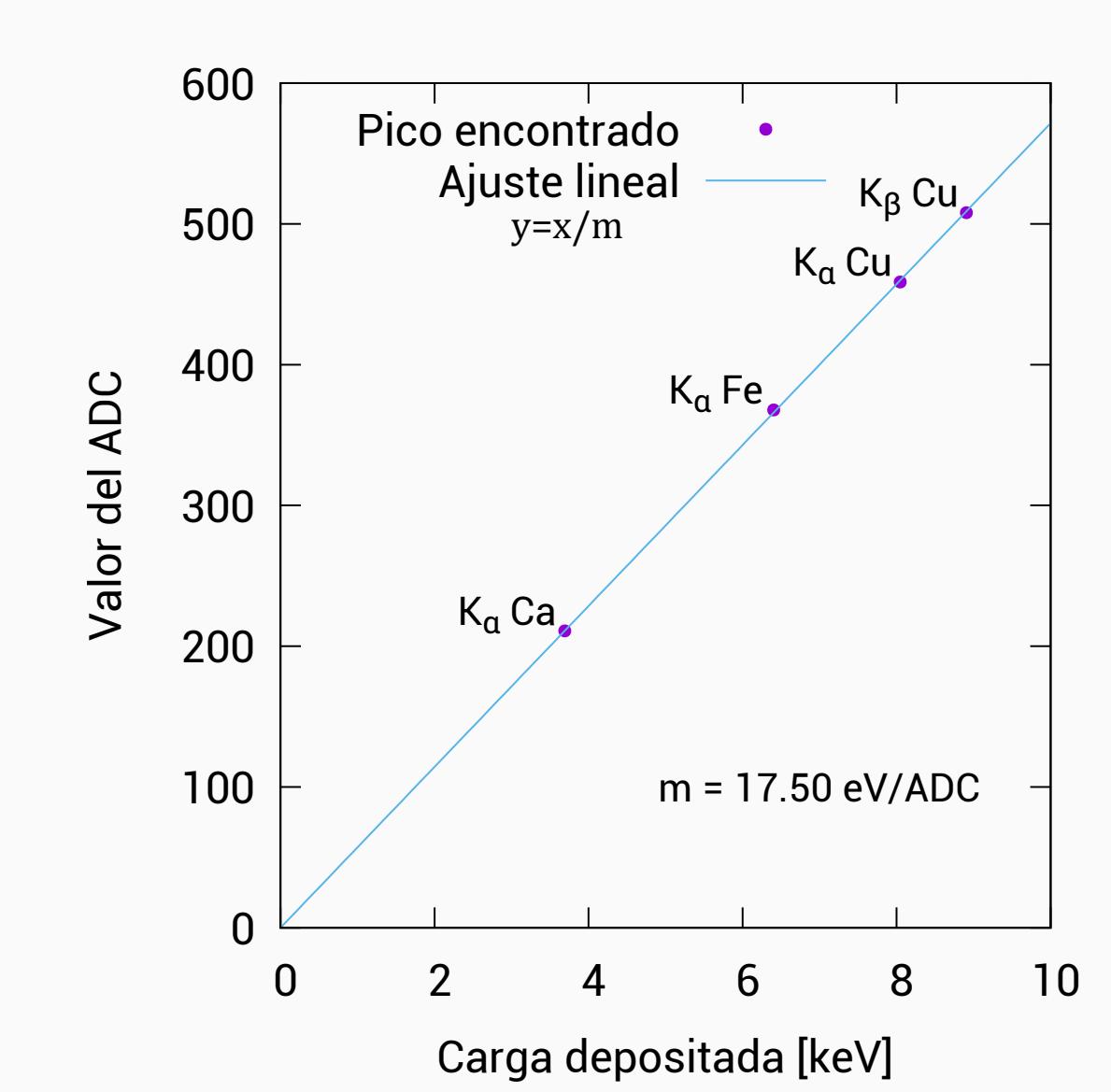


Fig. 7: Calibración energía-canal

Detección de rayos cósmicos

Durante dos días de captura de video se analizaron los fotogramas en busca de eventos producidos por partículas secundarias producidas por rayos cósmicos. En total se encontraron 2, dichos eventos se muestran en la Fig. 8

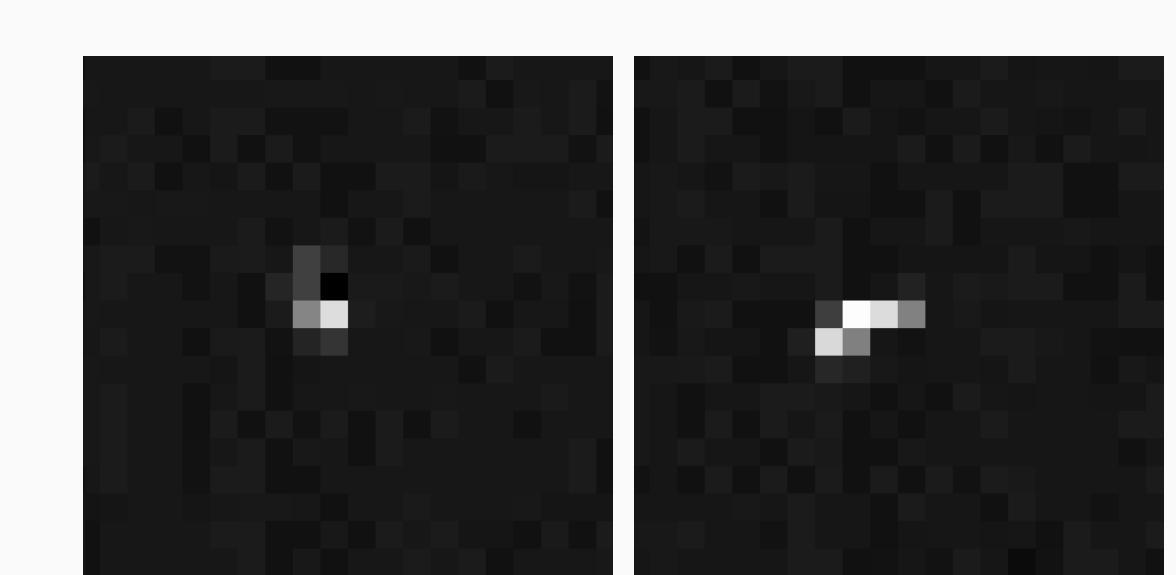


Fig. 8: Eventos producidos por rayos cósmicos

Conclusiones

Se caracterizó y se calibró el sensor para la configuración de trabajo establecida. Mediante la implementación de una librería en C++ se observó la presencia de eventos producidos por rayos cósmicos y se observaron los picos K_{α} y K_{β} del Cu y los picos K_{α} del Fe y Ca. El alcance de esta librería es amplio. Uno de los posibles usos es la detección de plomo, en el agua (vía observación del ^{210}Pb).^[4]