CSIC

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Caracterización de los componentes de una Arapuca para el proyecto DUNE

David J. Árbol Guerrero
Marina I. de la Higuera Domingo
Miriam Camarasa Domene
Manuel Gandía Escribá

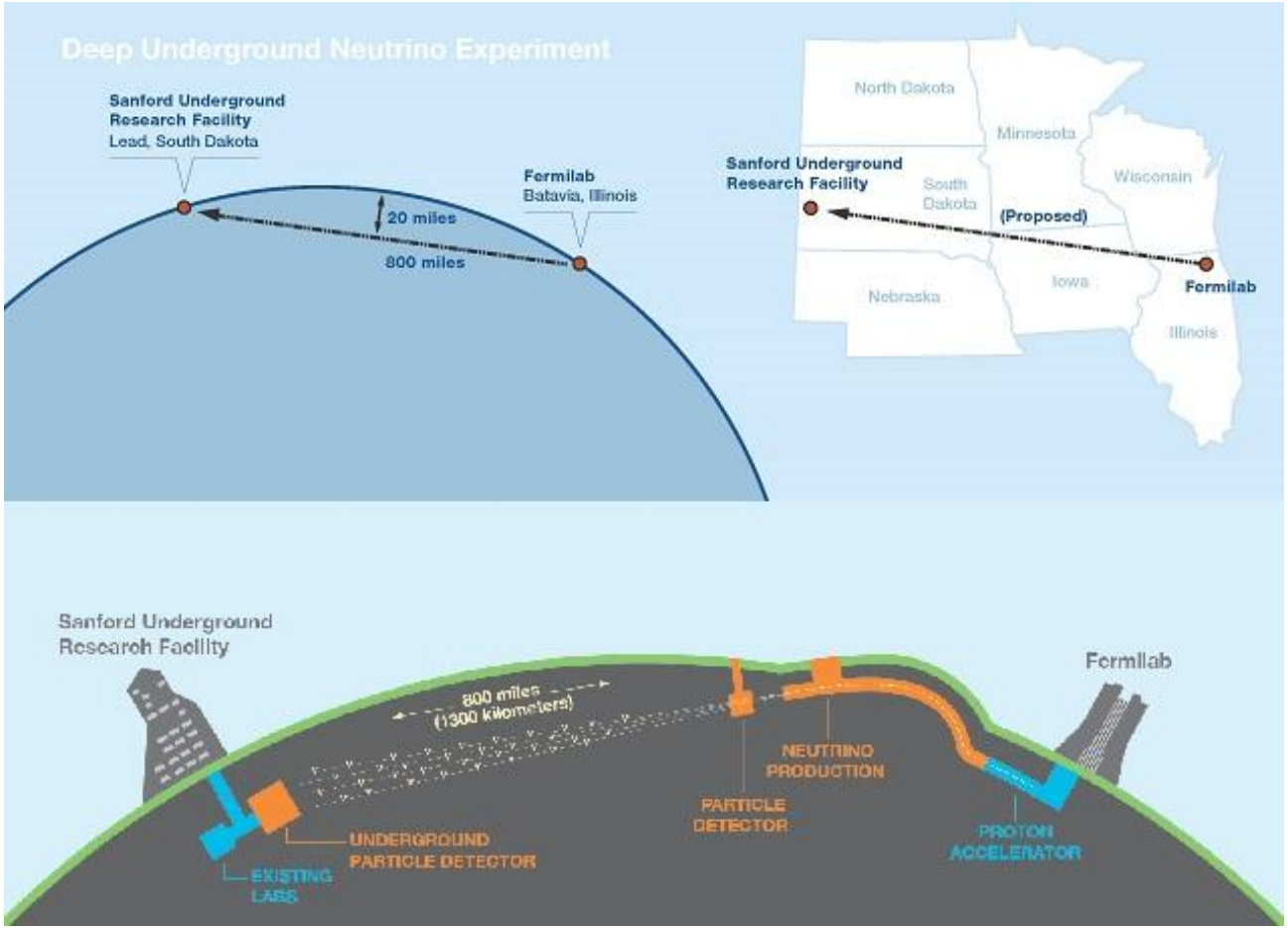
DUNE
DEEP UNDERGROUND NEUTRINO EXPERIMENT

IFIC
INSTITUT DE FÍSICA CORPUSCULAR

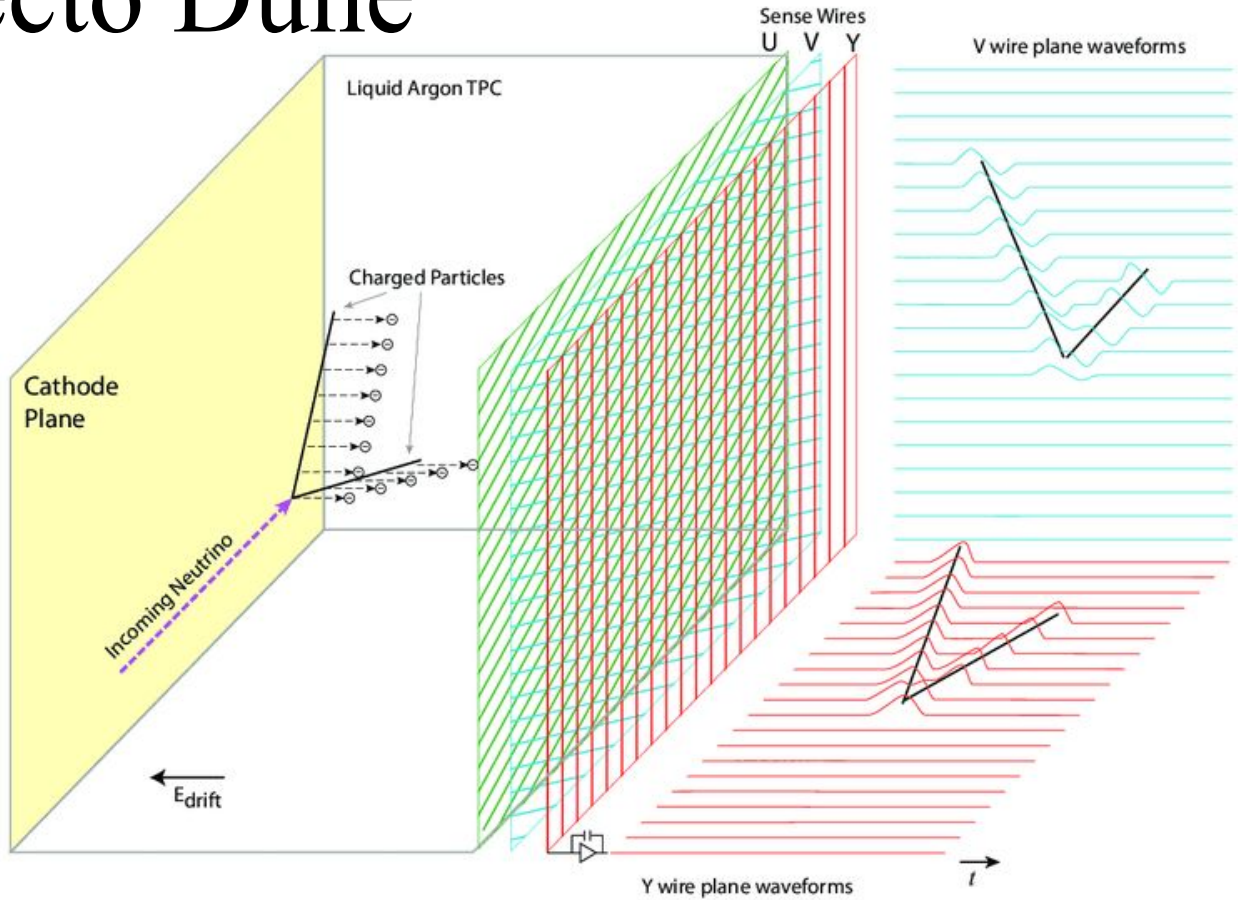
Contenidos

- El proyecto DUNE
- Detección indirecta de neutrinos: LAr-TPC y Arapucas
- Medidas
  - Filtros dicroicos: Ángulo óptimo
  - Ganancia de un SiPM
  - Espectro en una atmósfera de argón

Proyecto Dune

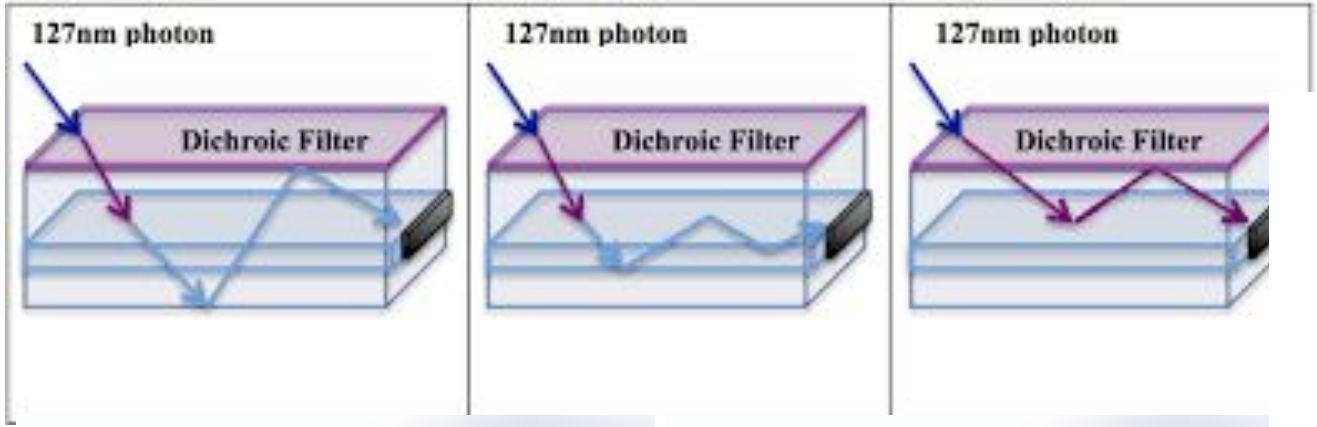


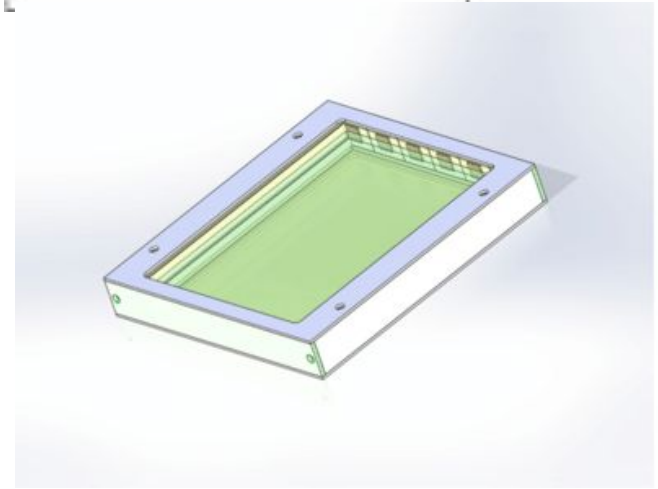
Proyecto Dune

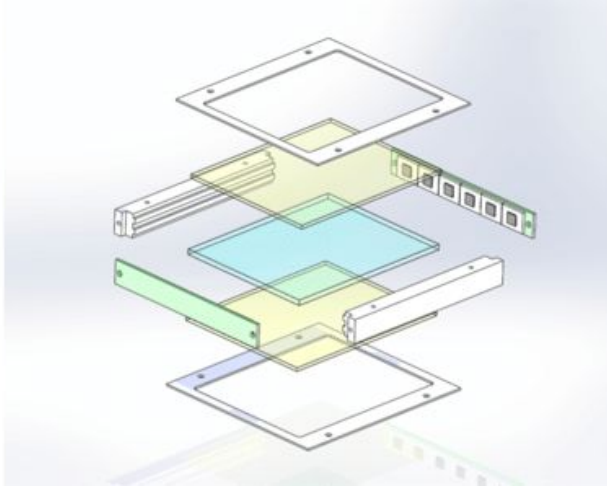


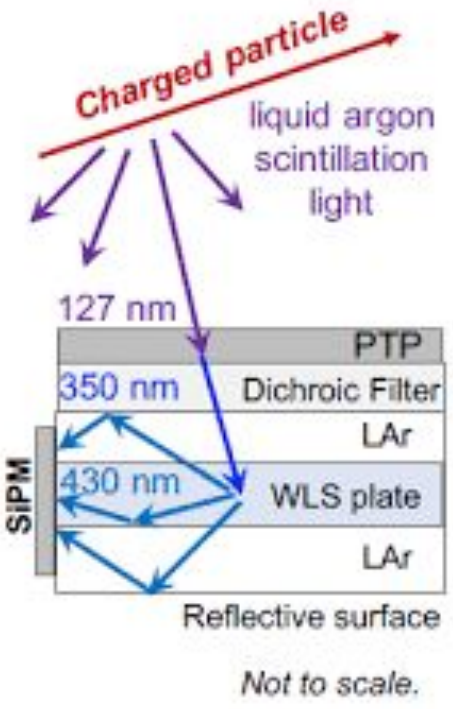
Cámara de proyección temporal de Argón Líquido

Arapuca


127nm photon
Dichroic Filter
127nm photon
Dichroic Filter
127nm photon
Dichroic Filter



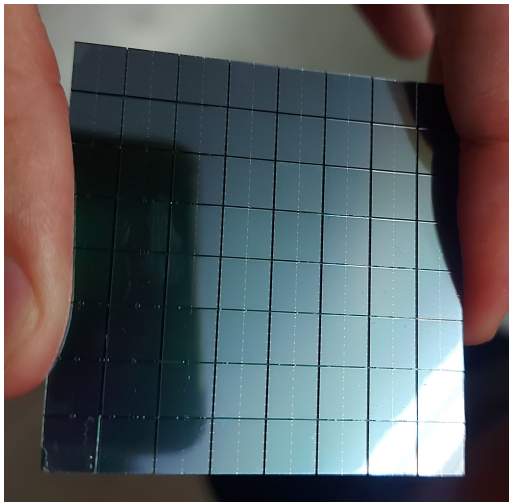



Charged particle
liquid argon
scintillation
light
127 nm
PTP
350 nm
Dichroic Filter
LAr
430 nm
WLS plate
LAr
SiPM
Reflective surface
Not to scale.

Detectores de luz

-Tubo fotomultiplicador (PMT)

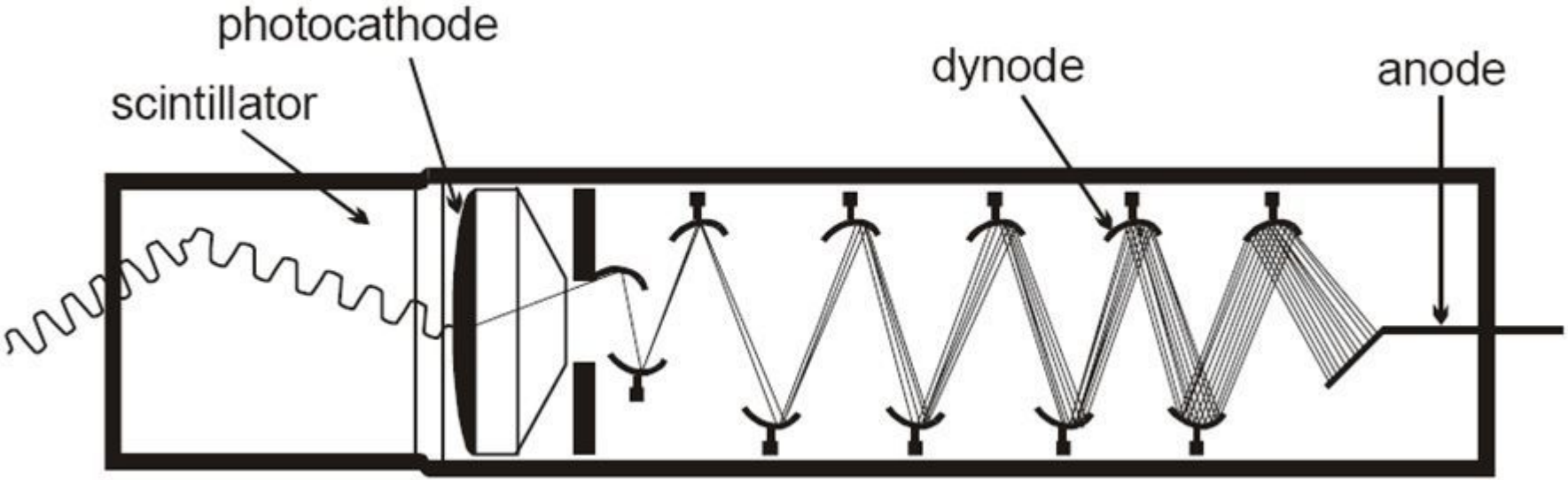
-Fotomultiplicador de Silicio (SiPM)



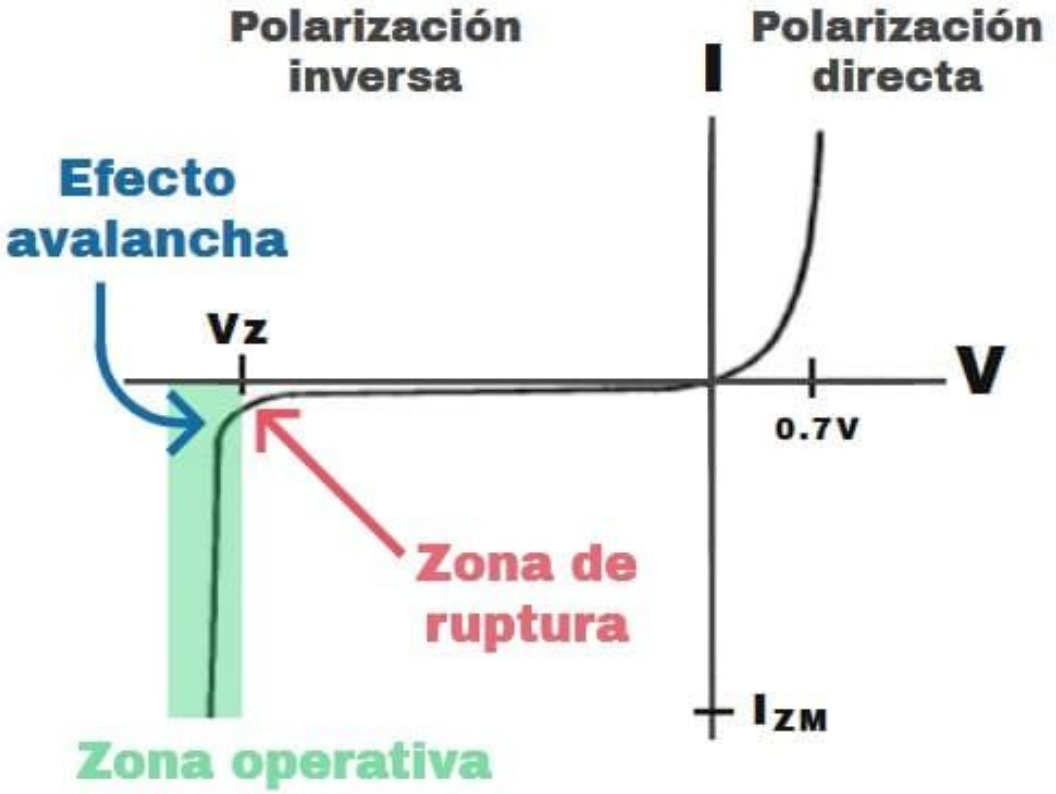
-Más rápido ~μs
-Más resolución
-Pequeño y ligero

-No es sensible a 130nm

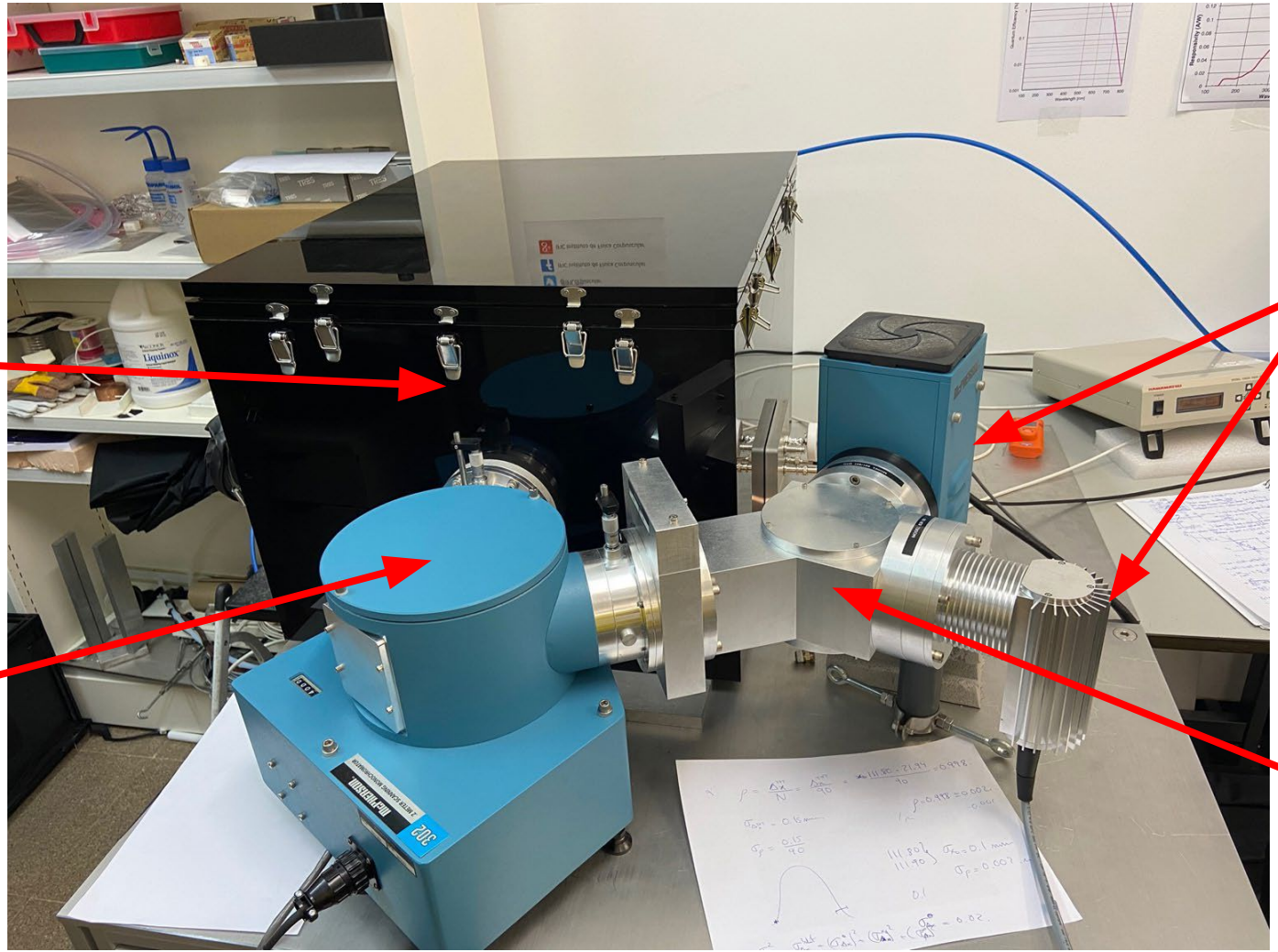
-Tubo fotomultiplicador (PMT)

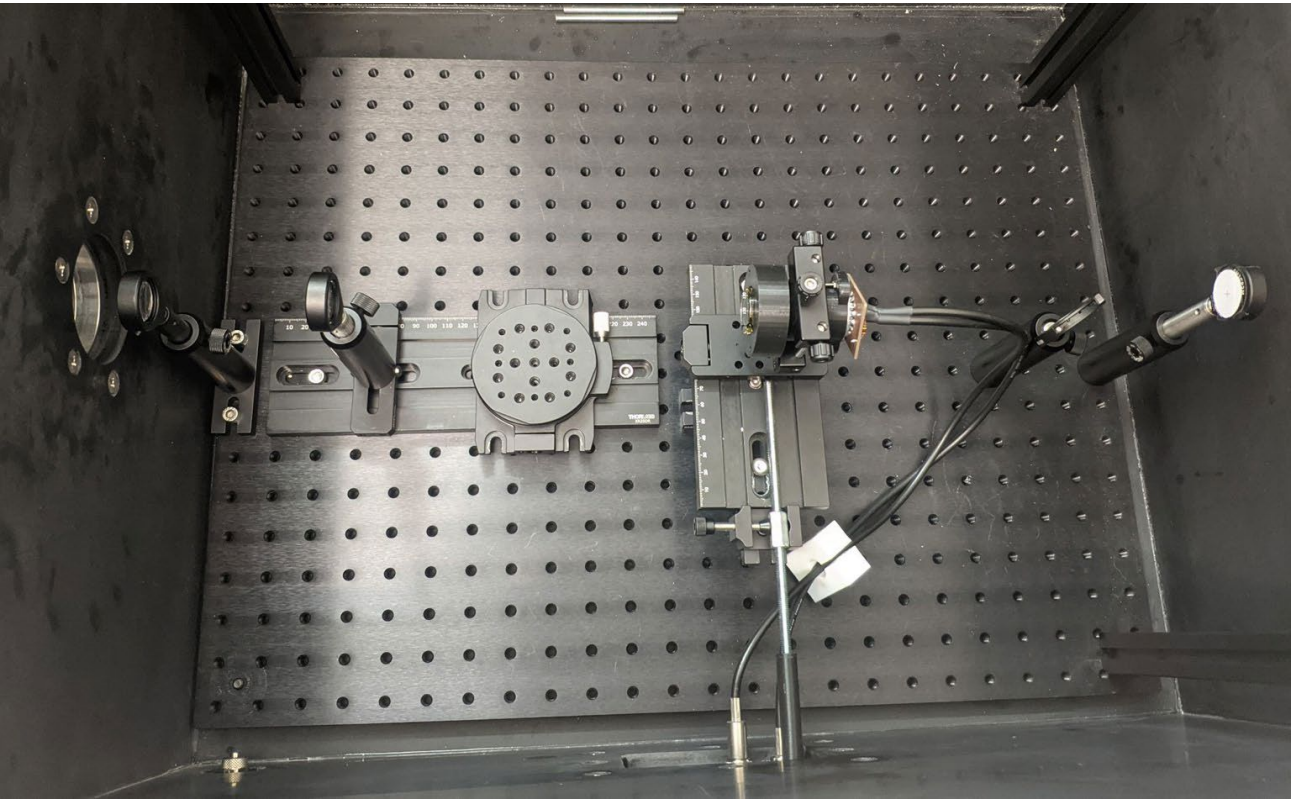


-Fotomultiplicador de silicio (SiPM)



Filtros dicroicos. Ángulo óptimo


Filtro y PMT
Red de difracción
Lámparas
Espejo



Filtro

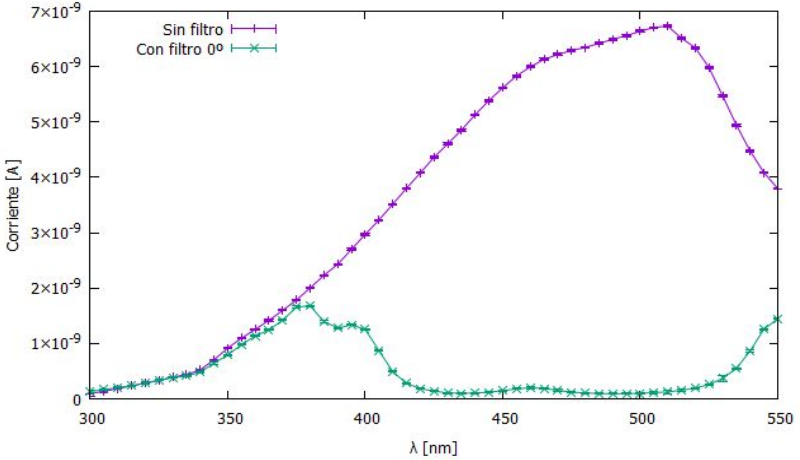
MEDIDAS

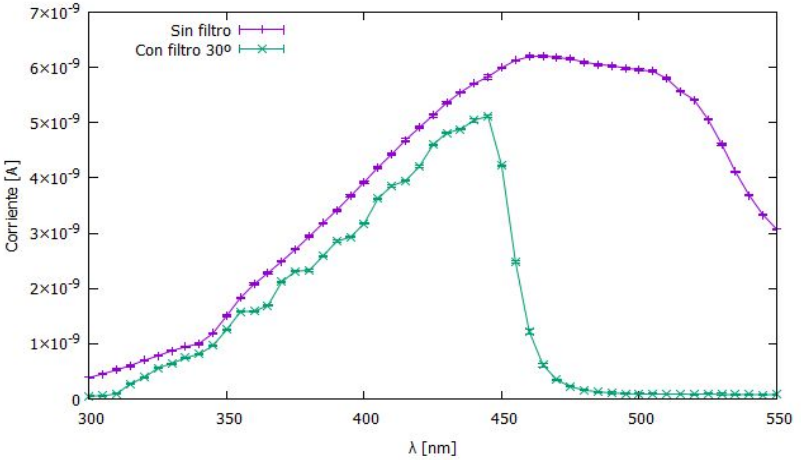
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

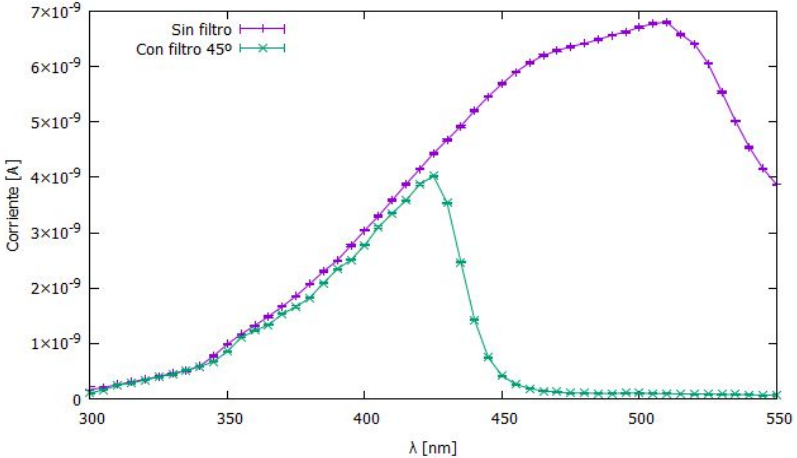
- Utilizamos dos filtros distintos.
- Colocamos los filtros a distintos ángulos y medimos la intensidad.
- Determinamos el índice de refracción.

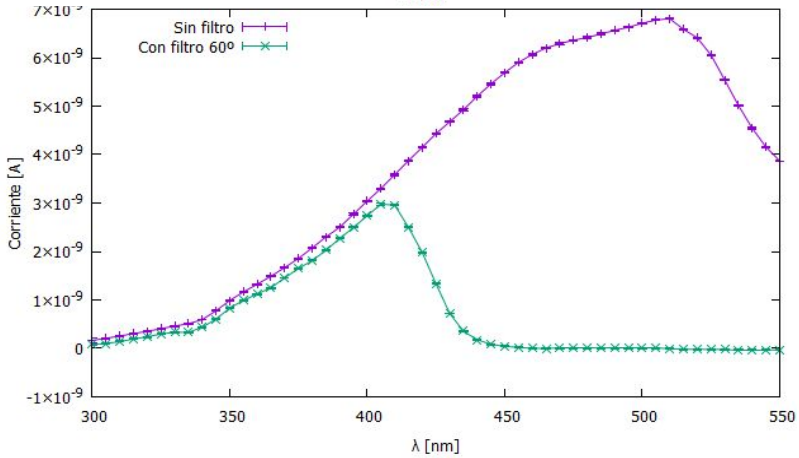
MEDIDAS

PRIMER FILTRO



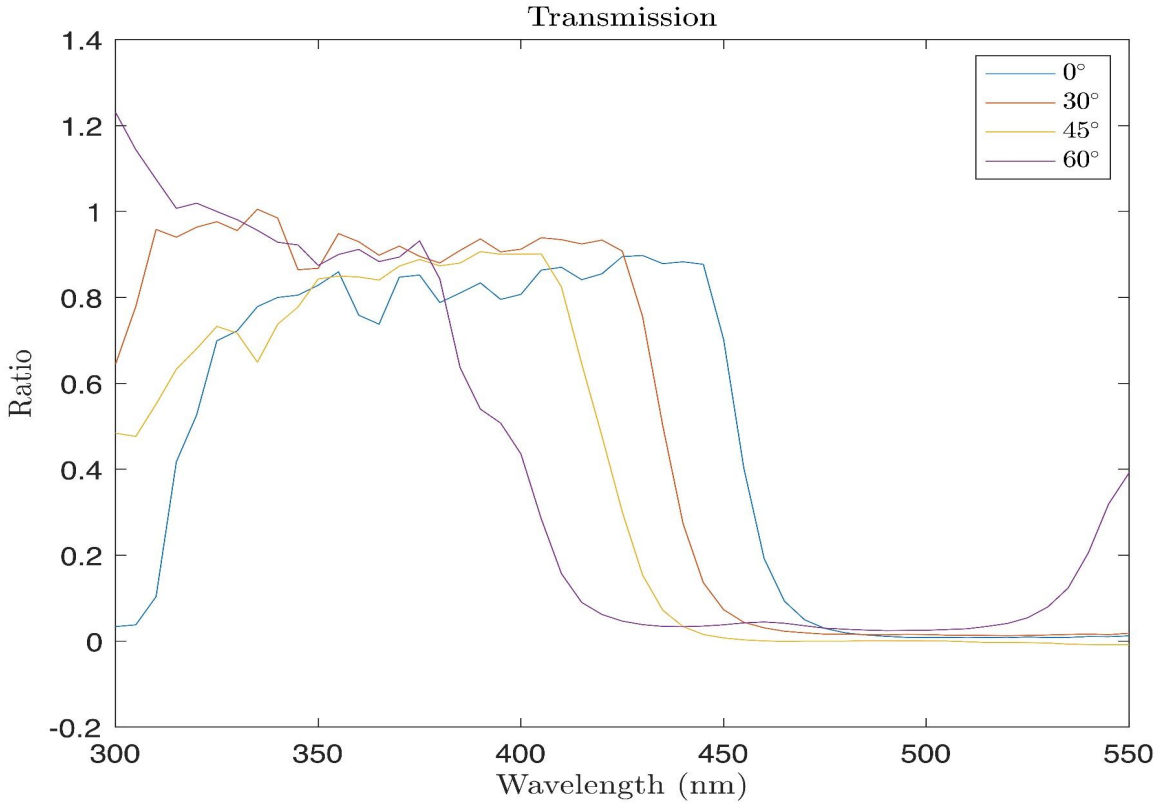






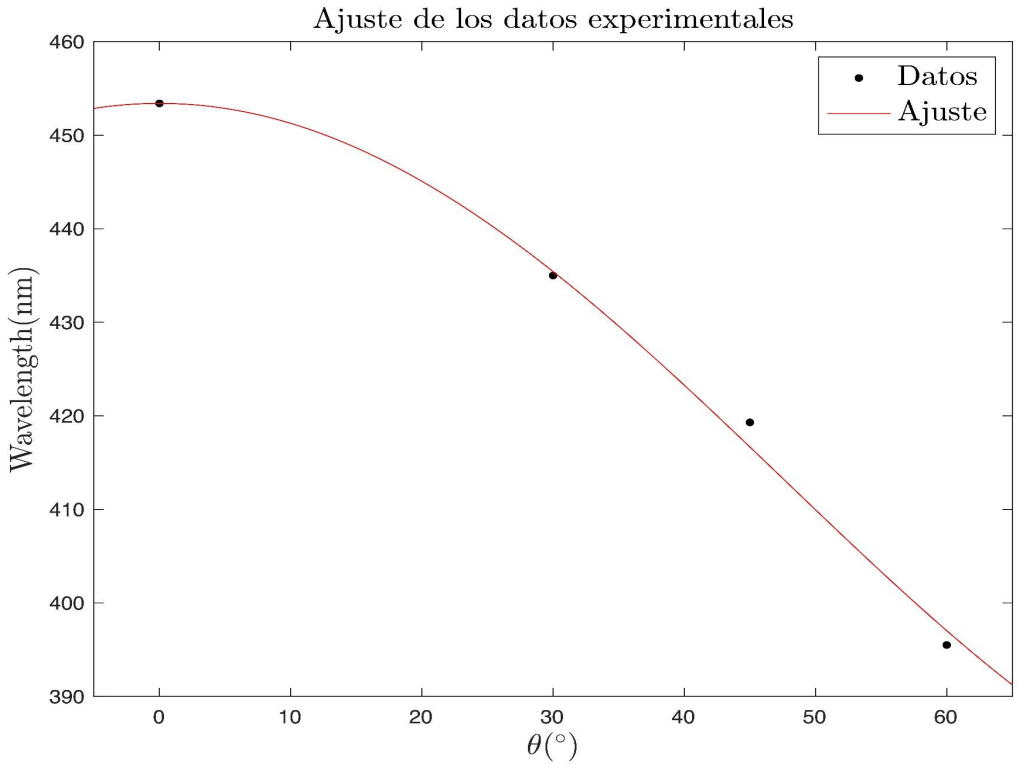
PRIMER FILTRO

MEDIDAS



PRIMER FILTRO

MEDIDAS



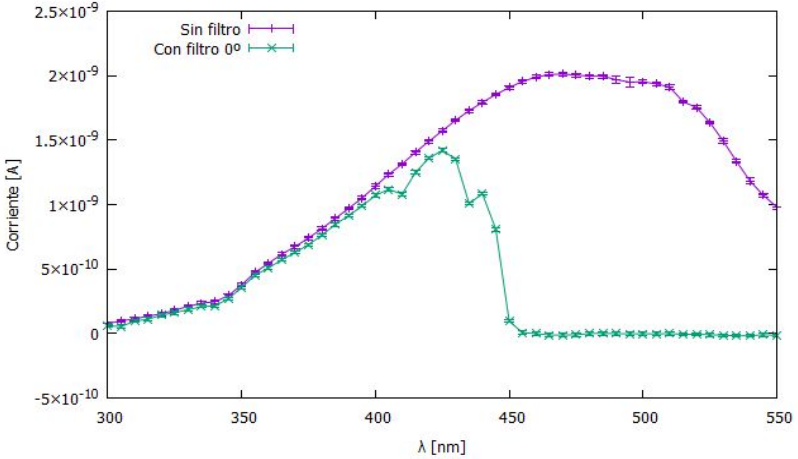
Ajustamos la función:

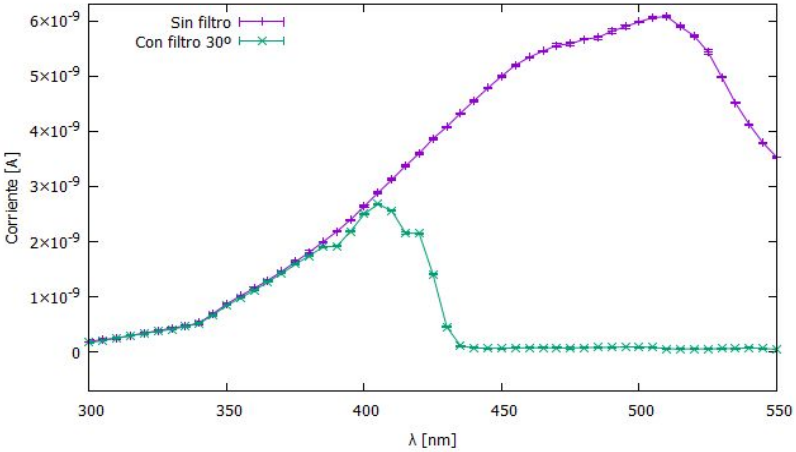
$$\lambda_\theta = \lambda_o \sqrt{1 - \left(\frac{n_o}{n_{eff}} \sin\theta \right)^2}$$

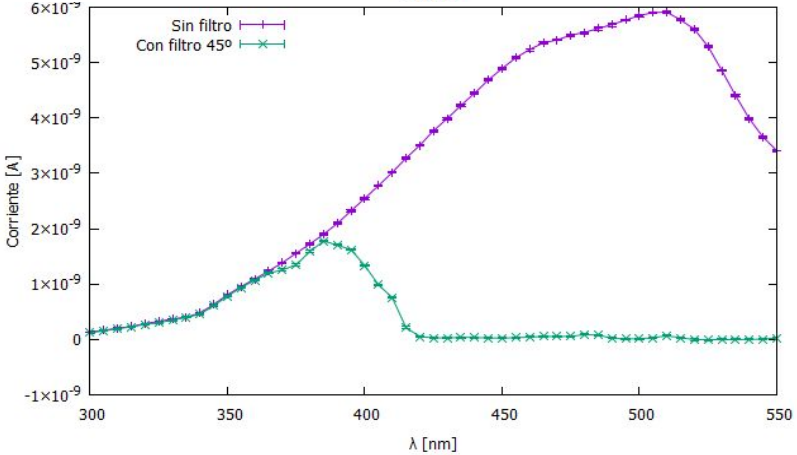
→ **n = 1.79 ± 0.03**

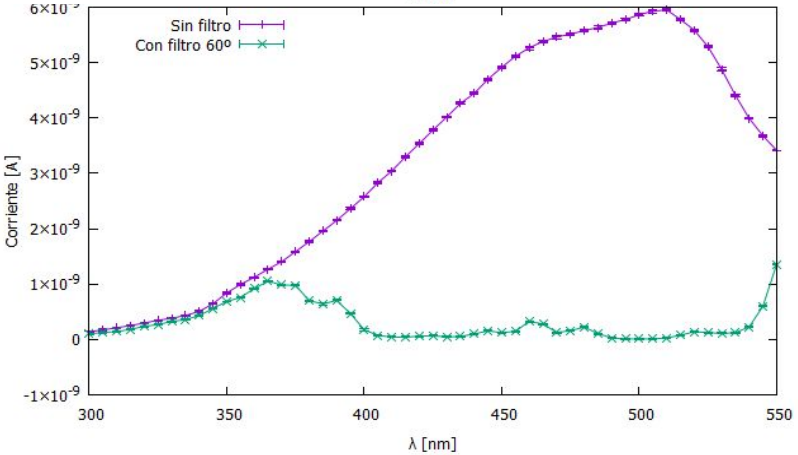
SEGUNDO FILTRO

MEDIDAS



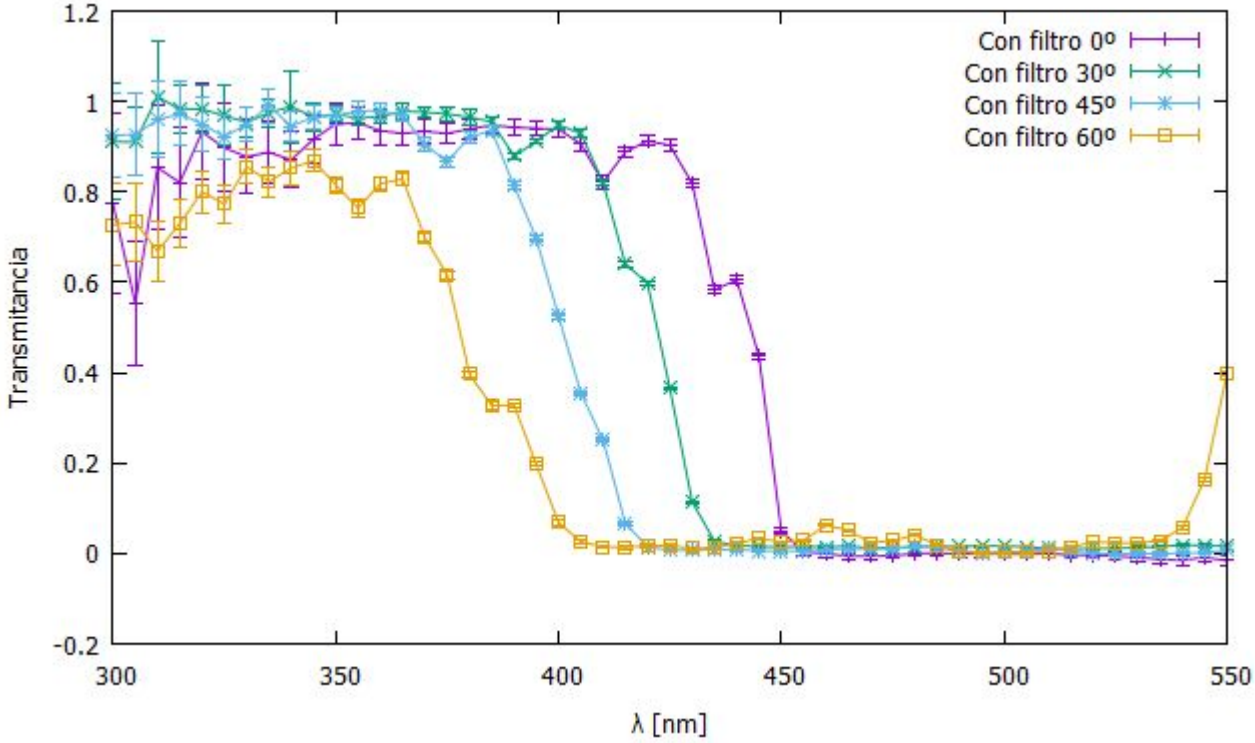






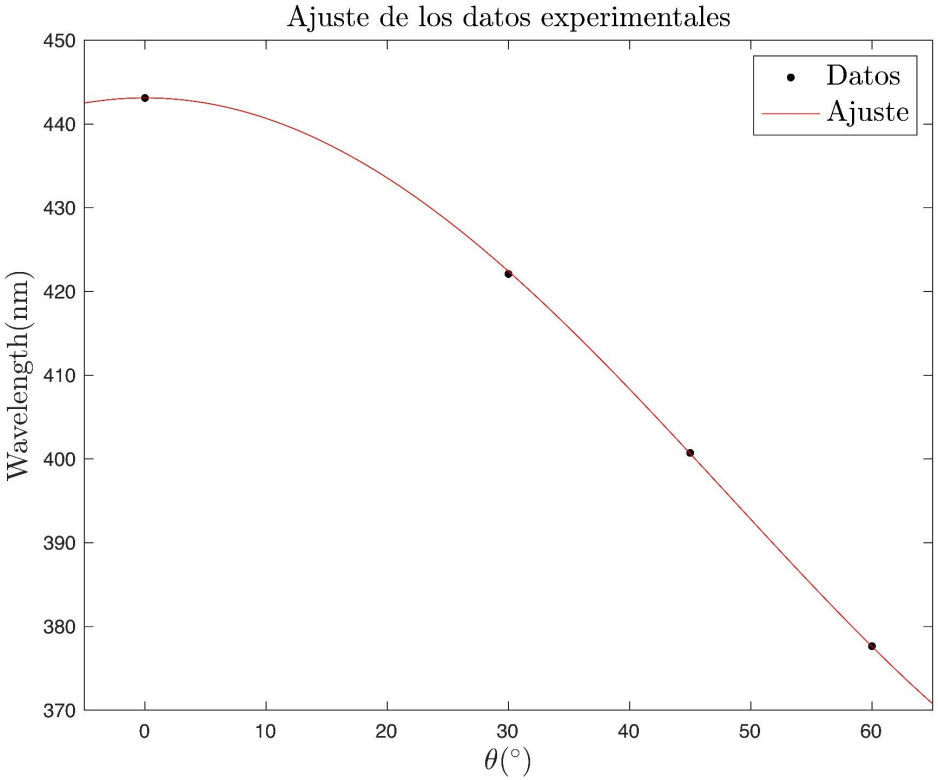
SEGUNDO FILTRO

MEDIDAS



SEGUNDO FILTRO

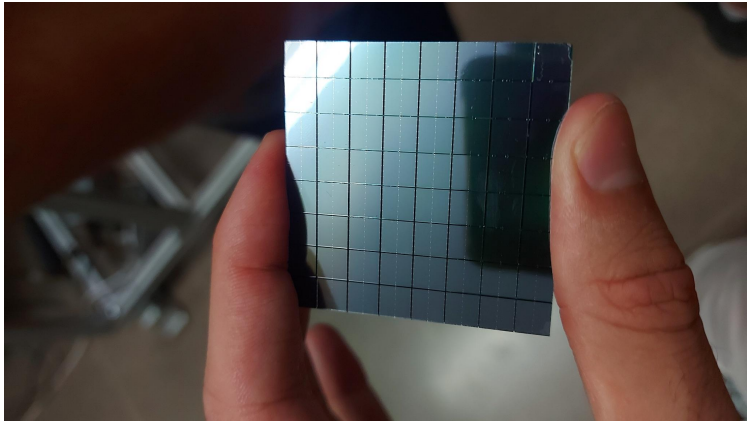
MEDIDAS

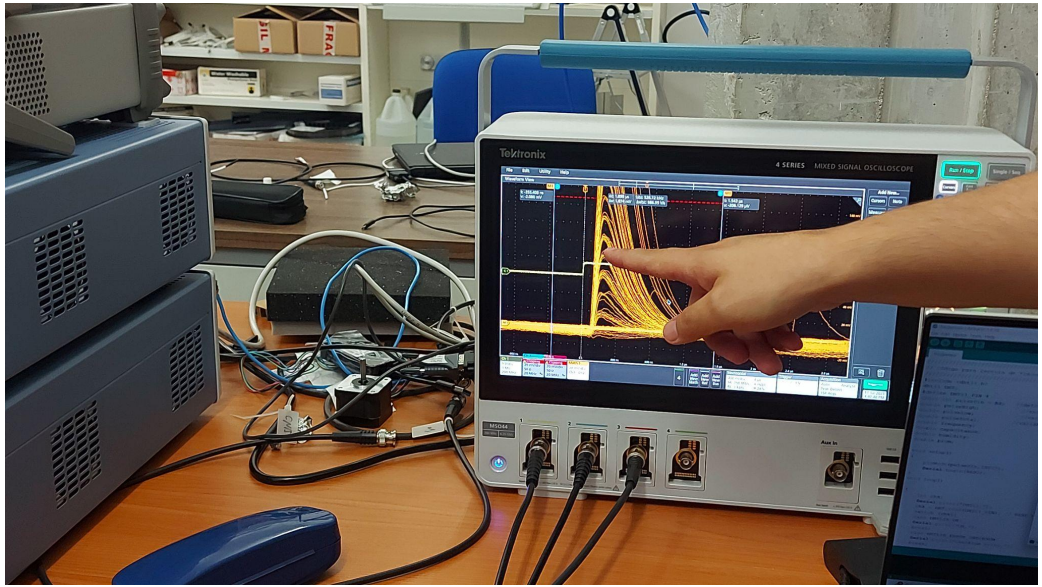


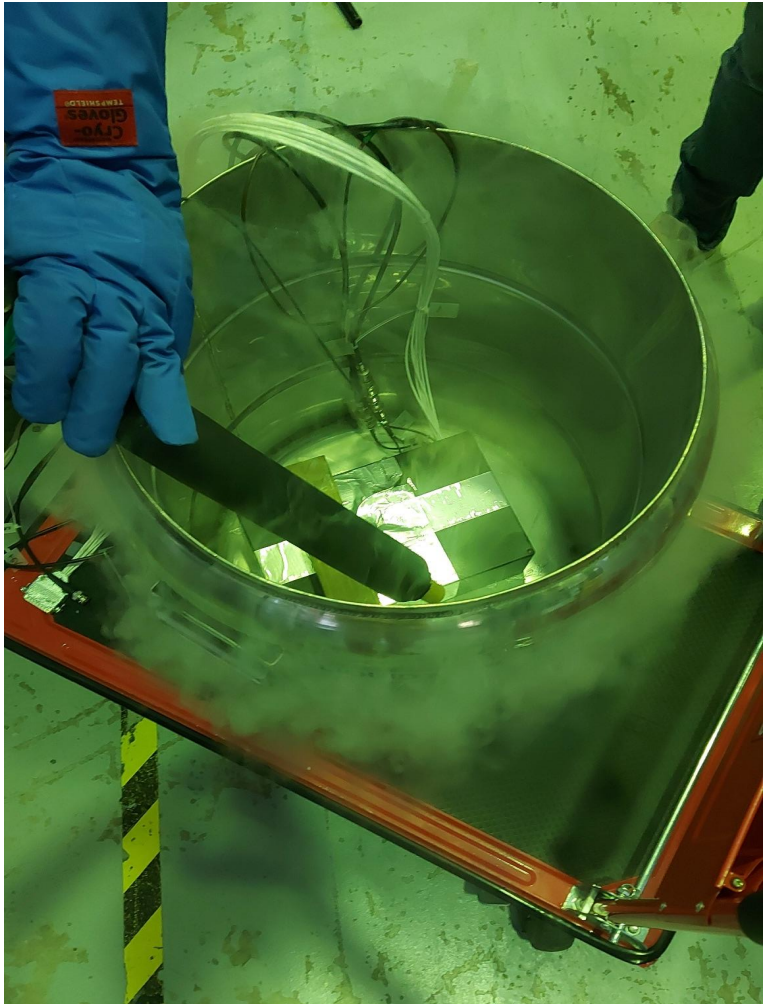
n = 1.66 ± 0.05

Ganancia de un SiPM

Enfriamos el SiPM con Argón líquido.

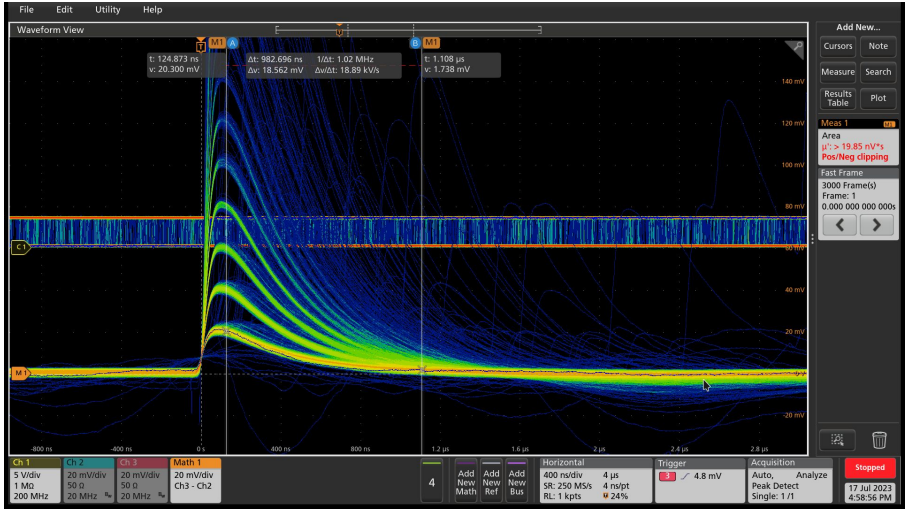




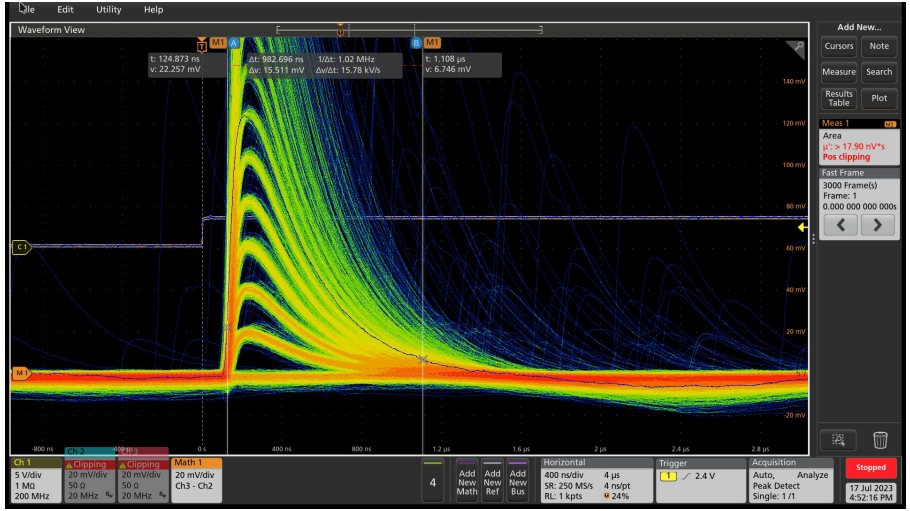


MEDIDAS

Voltaje con LED apagado



Voltaje con LED encendido



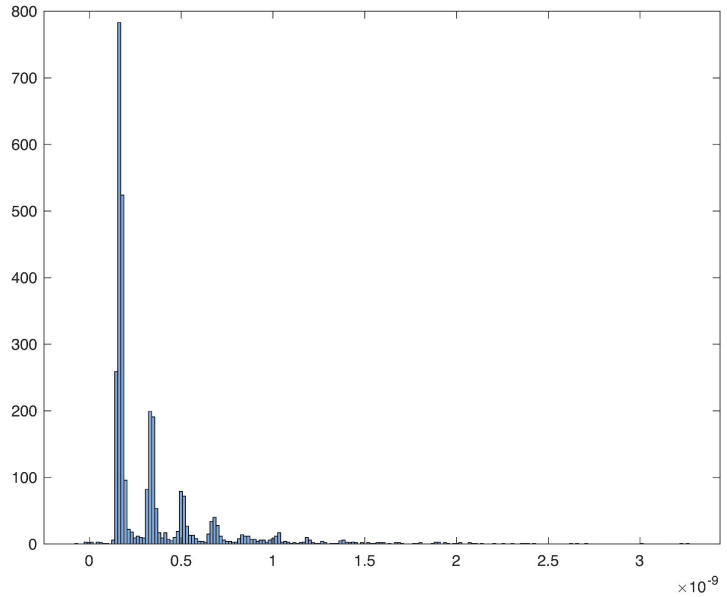
A continuación...

- Dividimos el voltaje por la resistencia, obteniendo la intensidad frente al tiempo.
- Integramos cada waveform para obtener la carga.

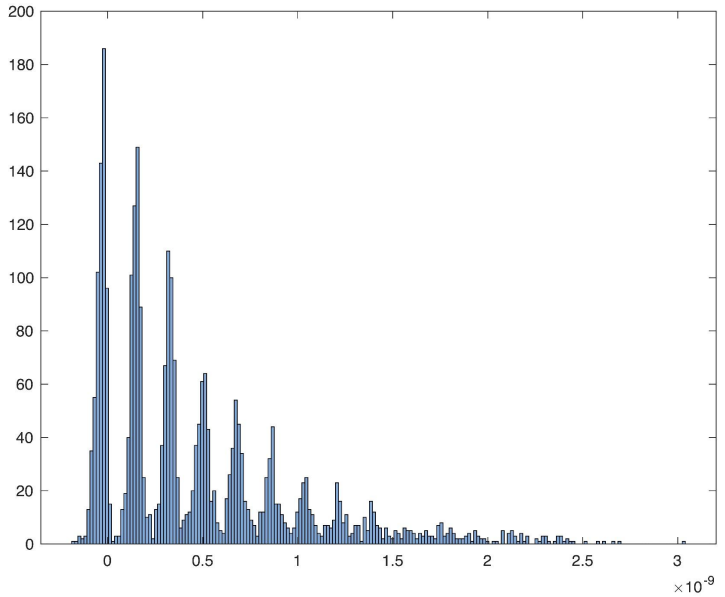
MEDIDAS

Construimos los histogramas de la carga

Histograma sin LED (Corriente oscura)

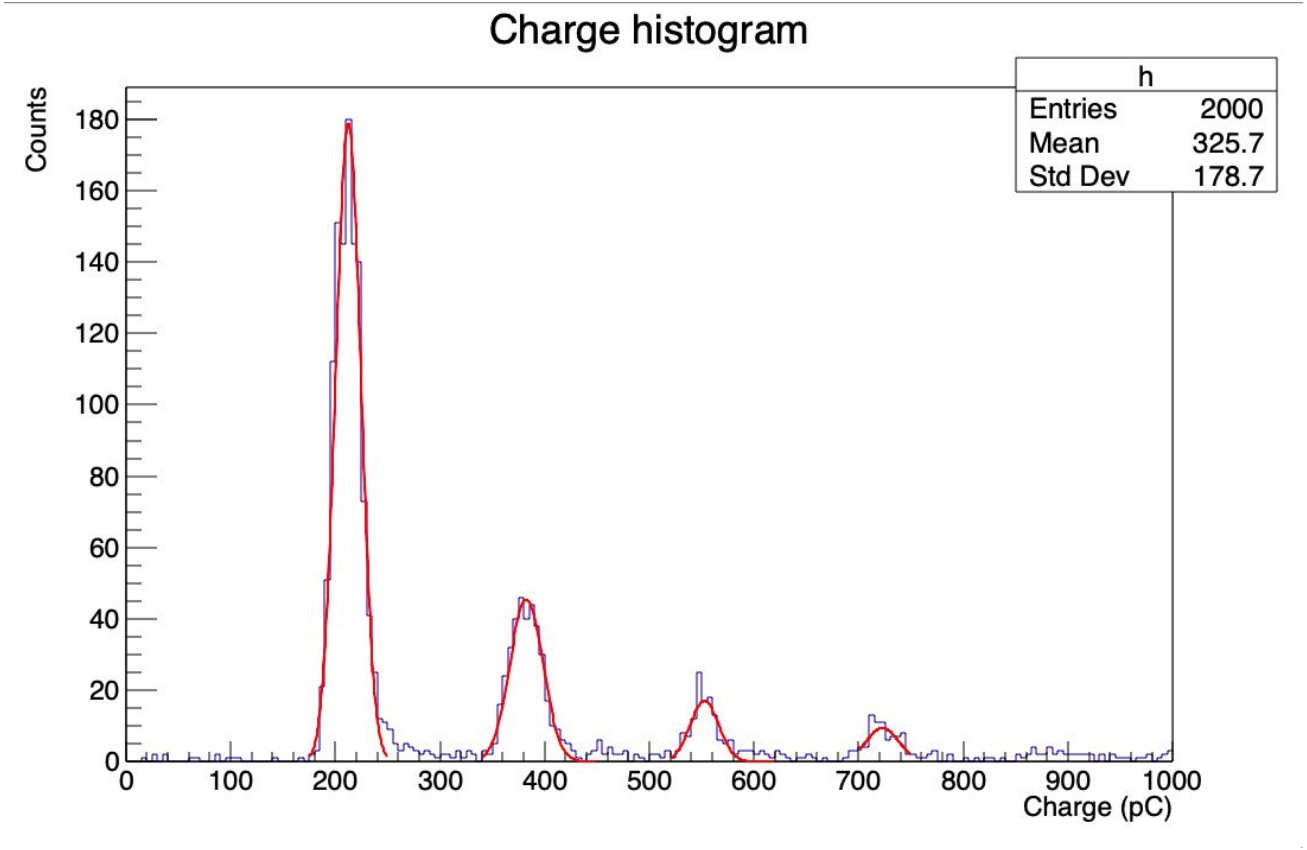


Histograma con LED



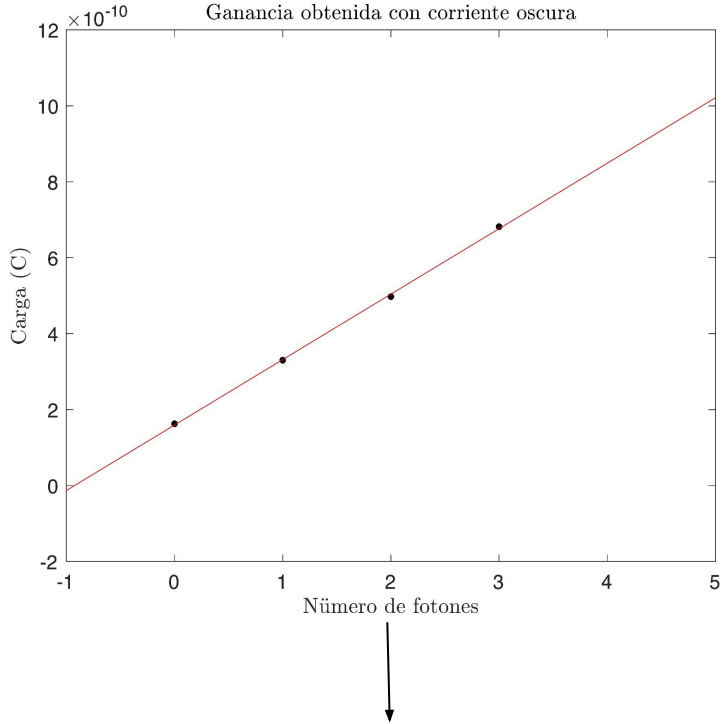
MEDIDAS

Ajustamos los histogramas con funciones gaussianas para obtener los centros.

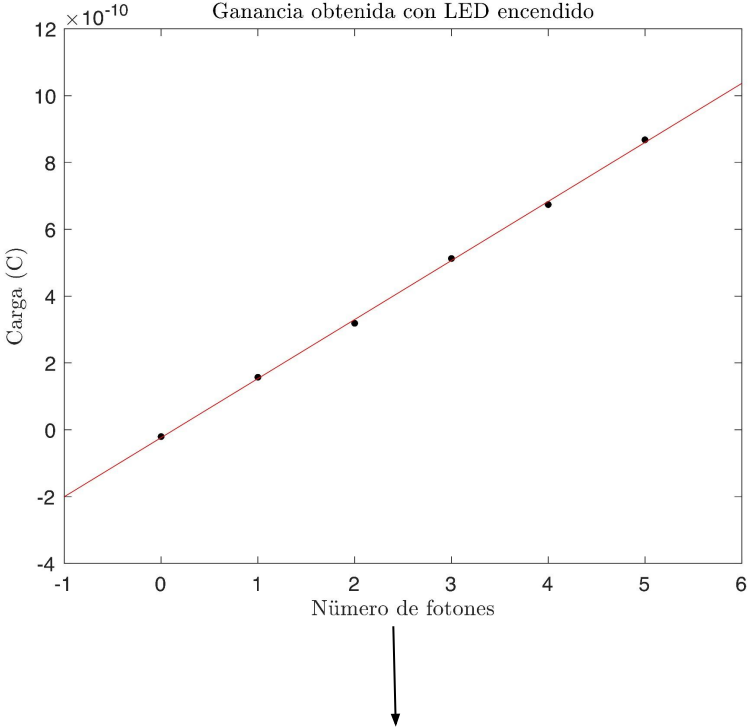


MEDIDAS

Representamos los centros de las gaussianas frente al número de fotones. La pendiente es la ganancia.



$$g = (108 \pm 8) \cdot 10^7$$



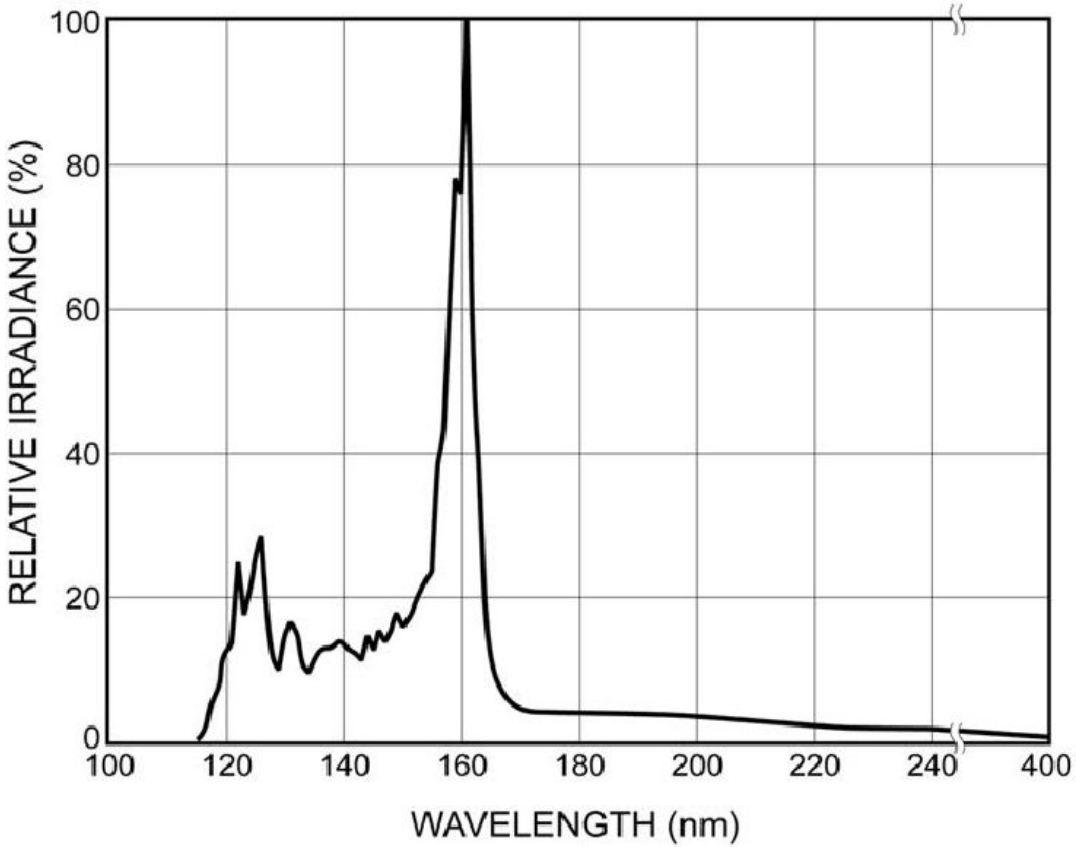
$$g = (110 \pm 8) \cdot 10^7$$

MEDIDAS

Espectro de una lámpara de deuterio un una atmósfera de argón medido con un PMT

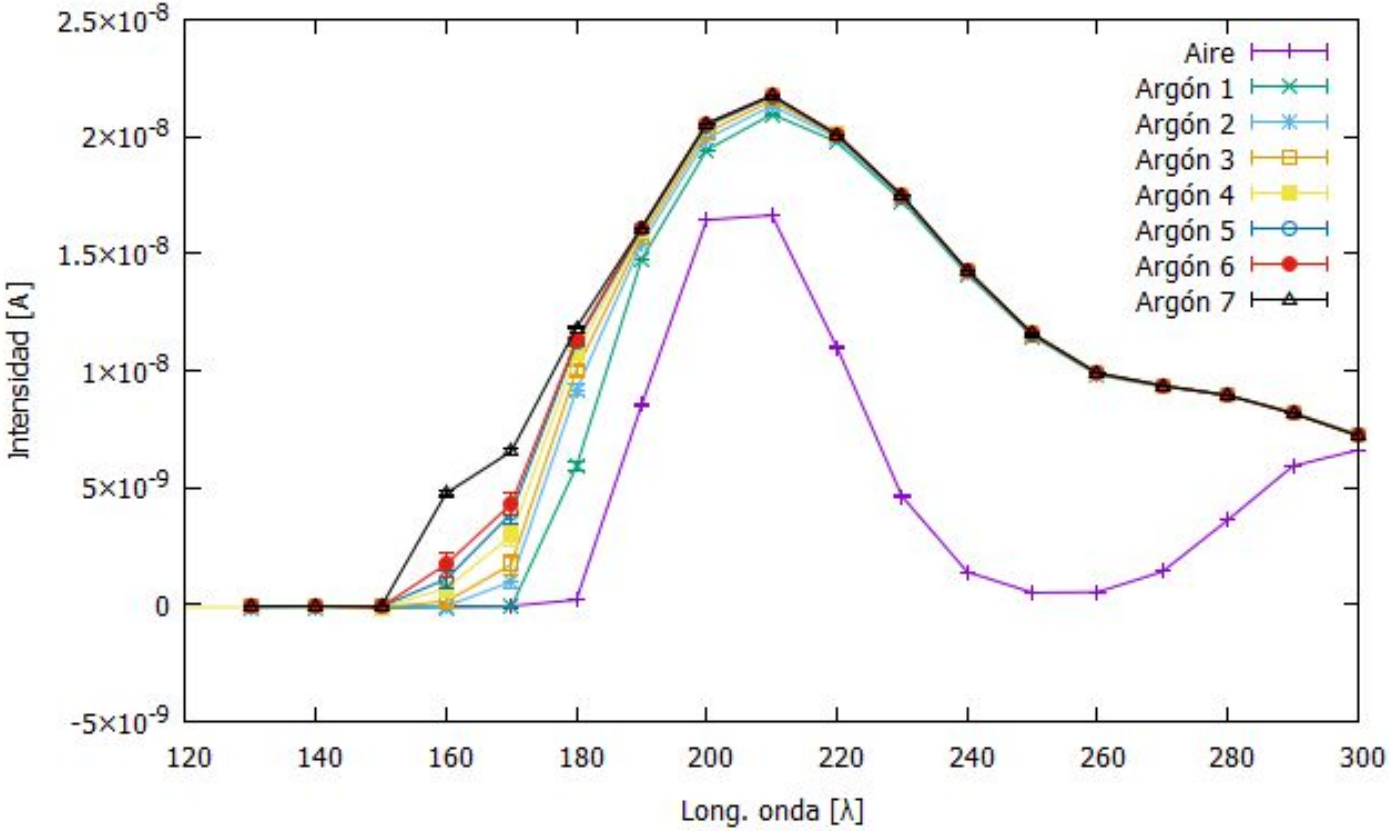
MEDIDAS

Espectro del deuterio



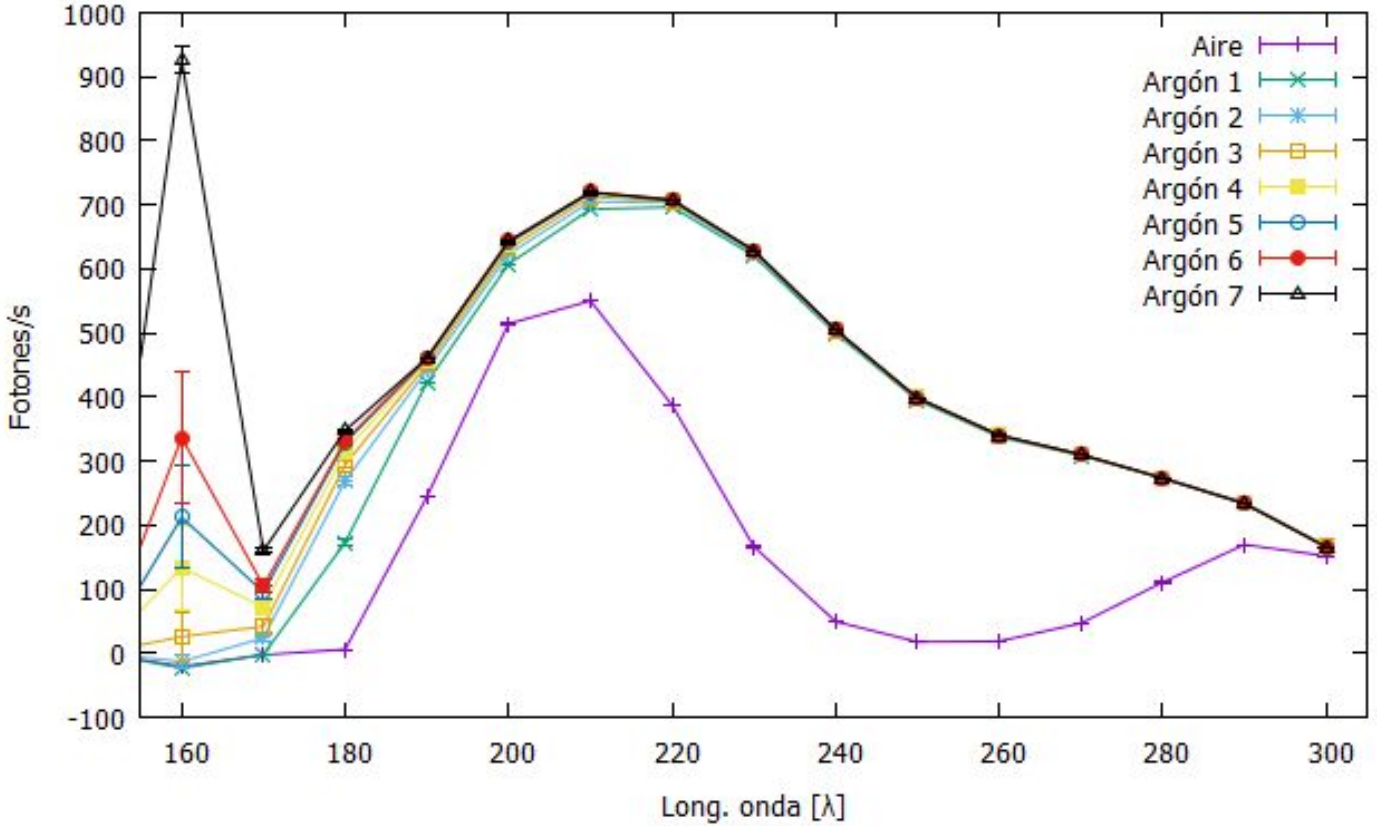
MEDIDAS

1. Se introduce argón lentamente



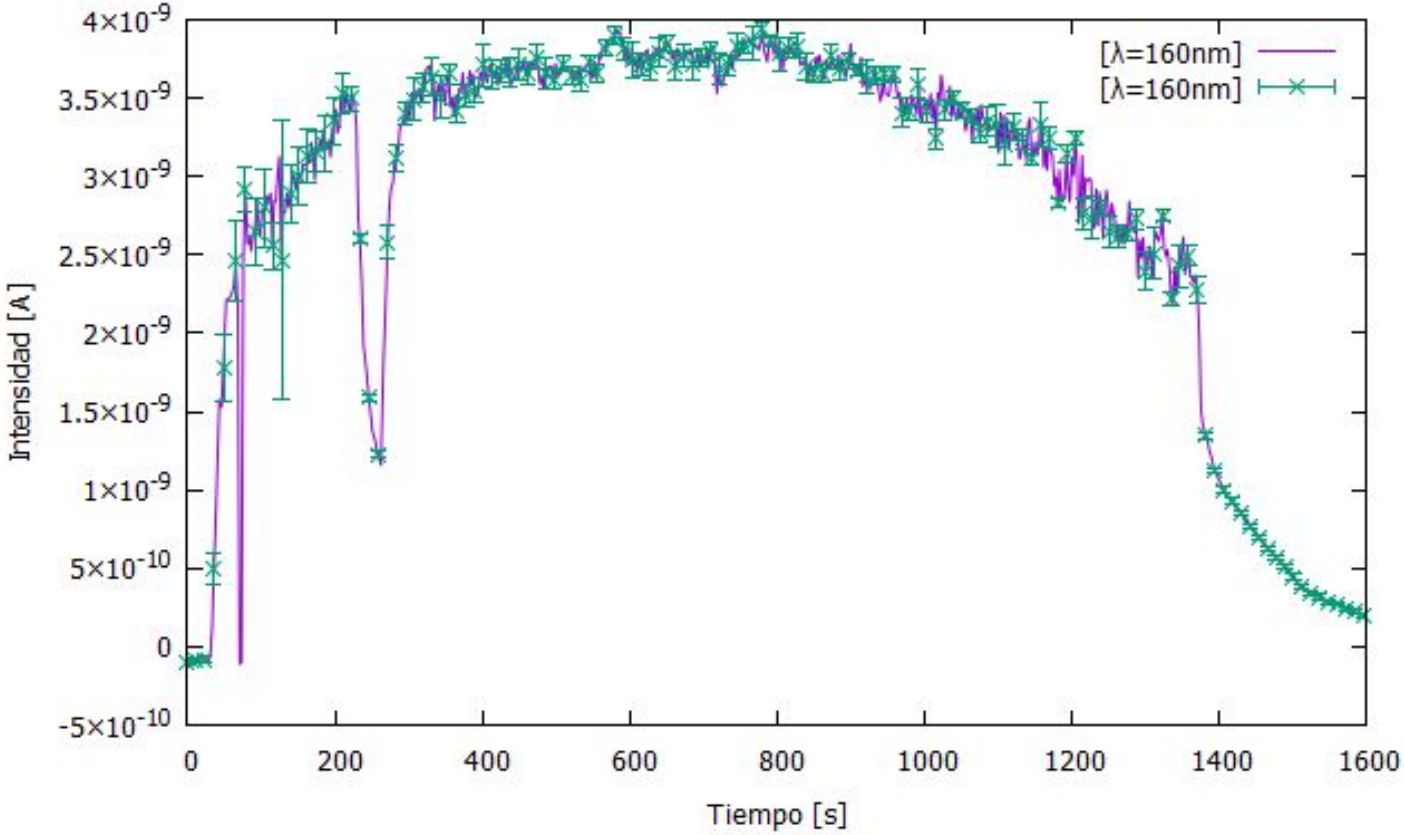
MEDIDAS

1. Se introduce argón lentamente. Fotoelectrones por segundo



MEDIDAS

2. Evolución temporal de la intensidad (160 nm)



Conclusiones

FILTROS DICROICOS

- Conforme aumenta el ángulo de incidencia, menor es la longitud de onda máxima que transmite el filtro.
- Conforme aumenta el ángulo, mayor es la diferencia entre las longitudes de onda máxima a distintos ángulos.
- Cálculo satisfactorio del índice de refracción. Resultados compatibles con los esperados.

GANANCIA DE UN SiPM

- Obtenemos unos ajustes lineales muy buenos que nos dan ganancias similares. Los factores de error pueden ser:

  -Temperatura no suficientemente baja
  -Contaminación por luz ambiental que no hemos podido eliminar

ESPECTRO DE UNA LÁMPARA DE DEUTERIO

- Los elementos principales del aire absorbe la luz de 160 nm.
- Gracias a la atmósfera de Argón, el PMT puede detectar luz de 160 nm, no detectable en aire.

Muchas gracias