

Caracterización de Fotomultiplicadores de Silicio (SiPM) para Aplicaciones Espaciales

Tomás E. Ferreira Chase
(tomaschase96@gmail.com)

Lucas Finazzi
(lucasfinazzi.94@gmail.com)

Federico Izraelevitch
(izraelevitch@gmail.com)

Departamento de física, FCEyN, UBA
Laboratorio de Integración Nanoelectrónica (LINE), Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Martín (UNSAM)

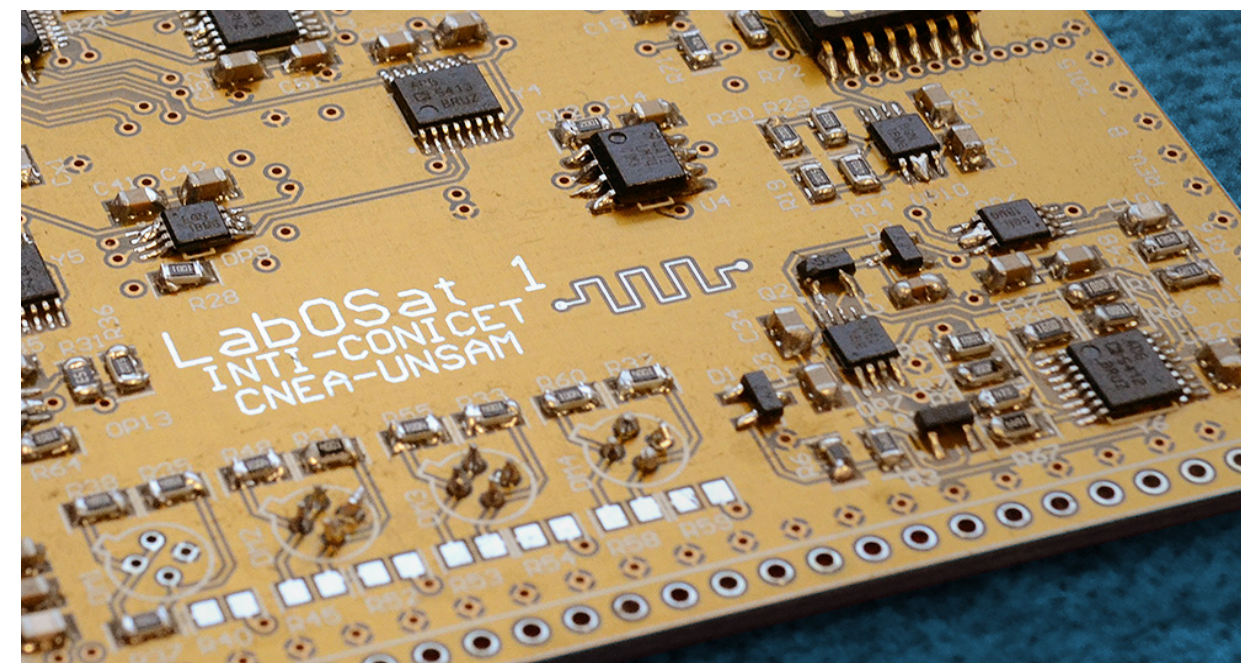
LINE
LABORATORIO DE INTEGRACIÓN
NANOELECTRÓNICA

ESCUELA
CIENCIA Y
TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Marco: Proyecto LabOSat^[1]

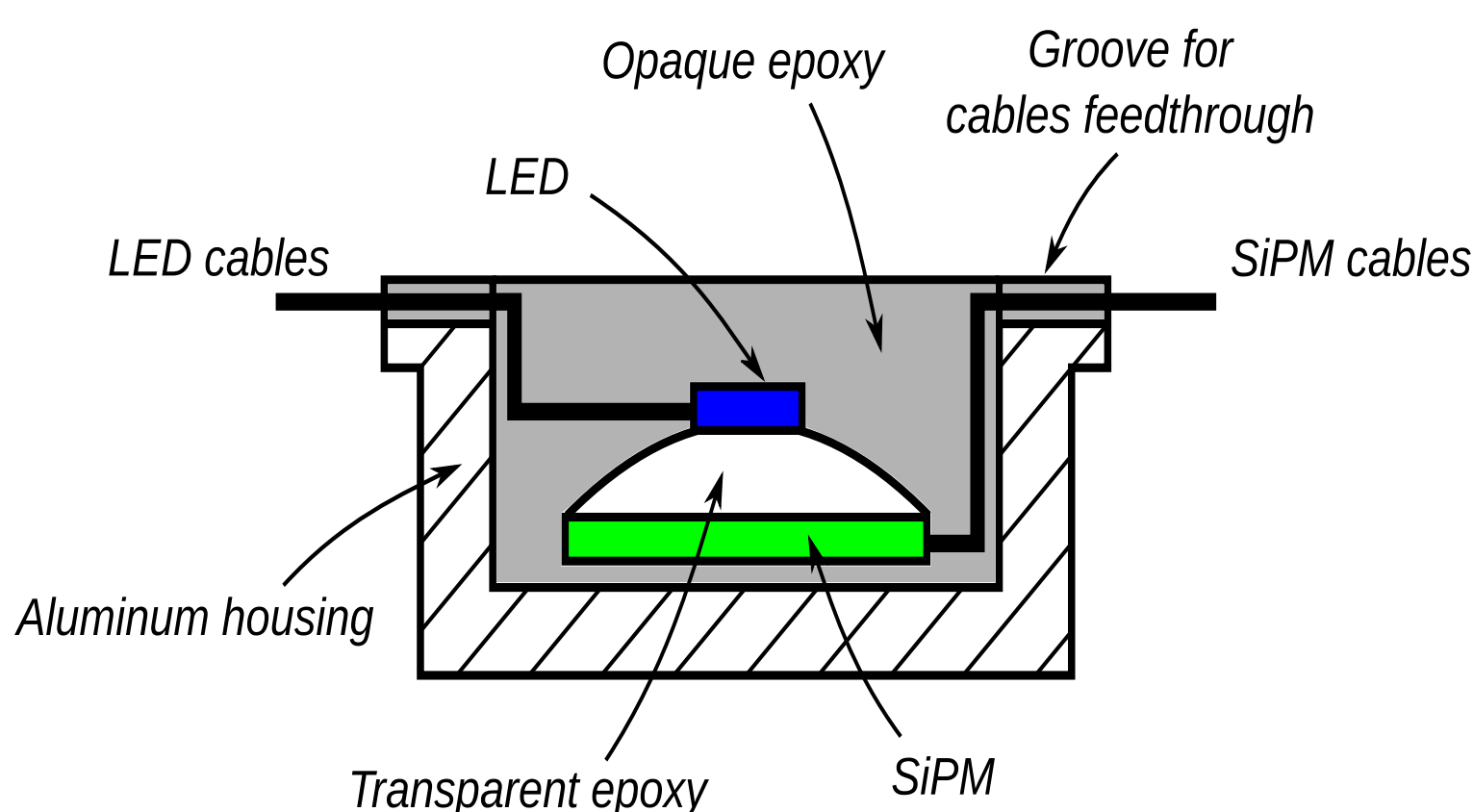
Es una **plataforma electrónica** para llevar a cabo **experimentos en ambientes hostiles**.



En la actualidad se están utilizando para caracterizar memorias no volátiles **en órbita** dentro de satélites de Satellogic^[2]. La próxima misión incluirá novedosos **fotomultiplicadores de silicio (SiPM)** Sensl C-Series de **6x6 mm²**.

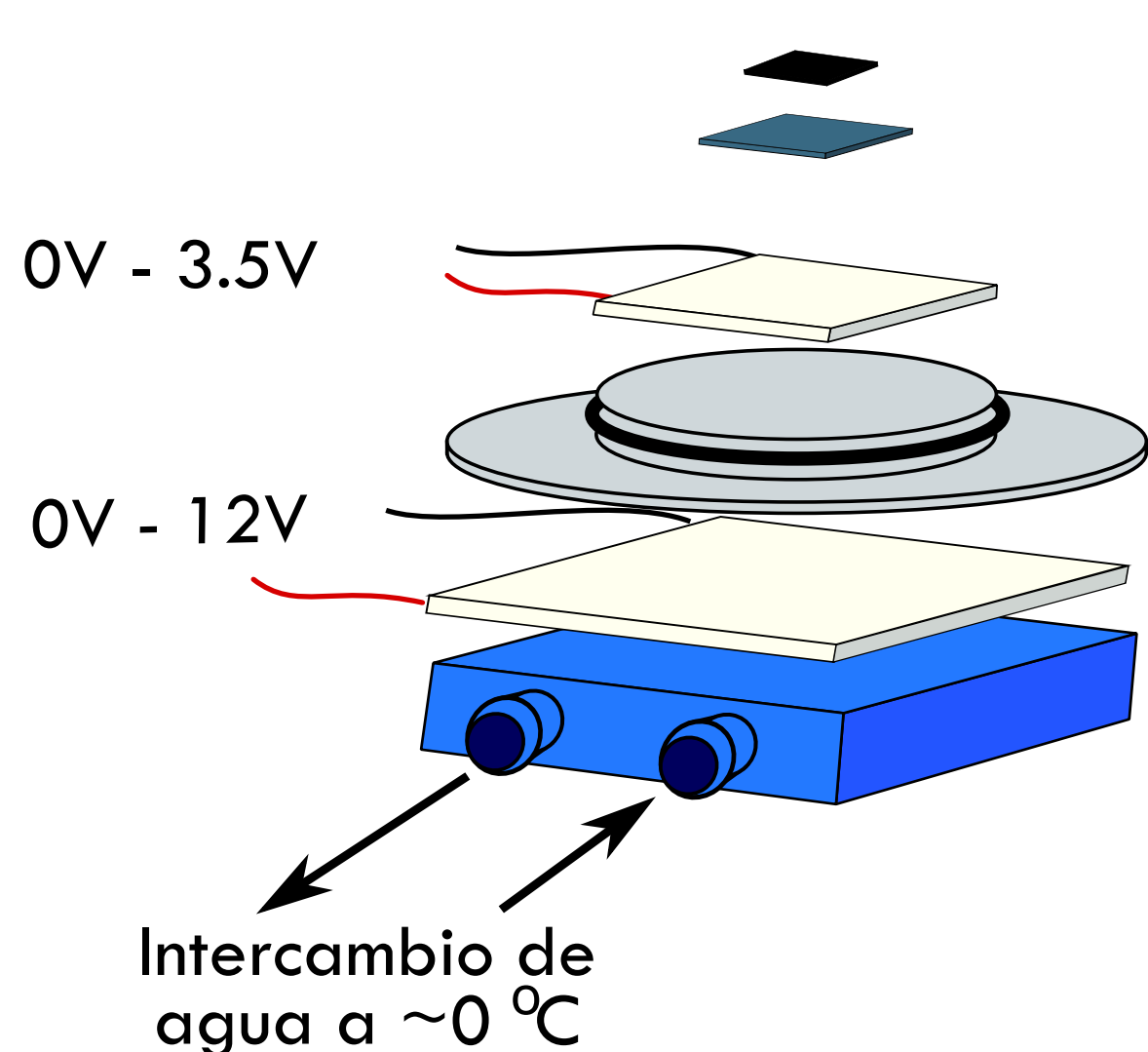
Se quieren caracterizar para diseñar correctamente la electrónica asociada y para comparar con las mediciones en órbita.

Encapsulado Oscuro



Se fabricaron encapsulados oscuros de 10x10 mm con el SiPM y un LED para poder estudiar el dispositivo a oscuras o iluminado en órbita.

Dispositivo experimental

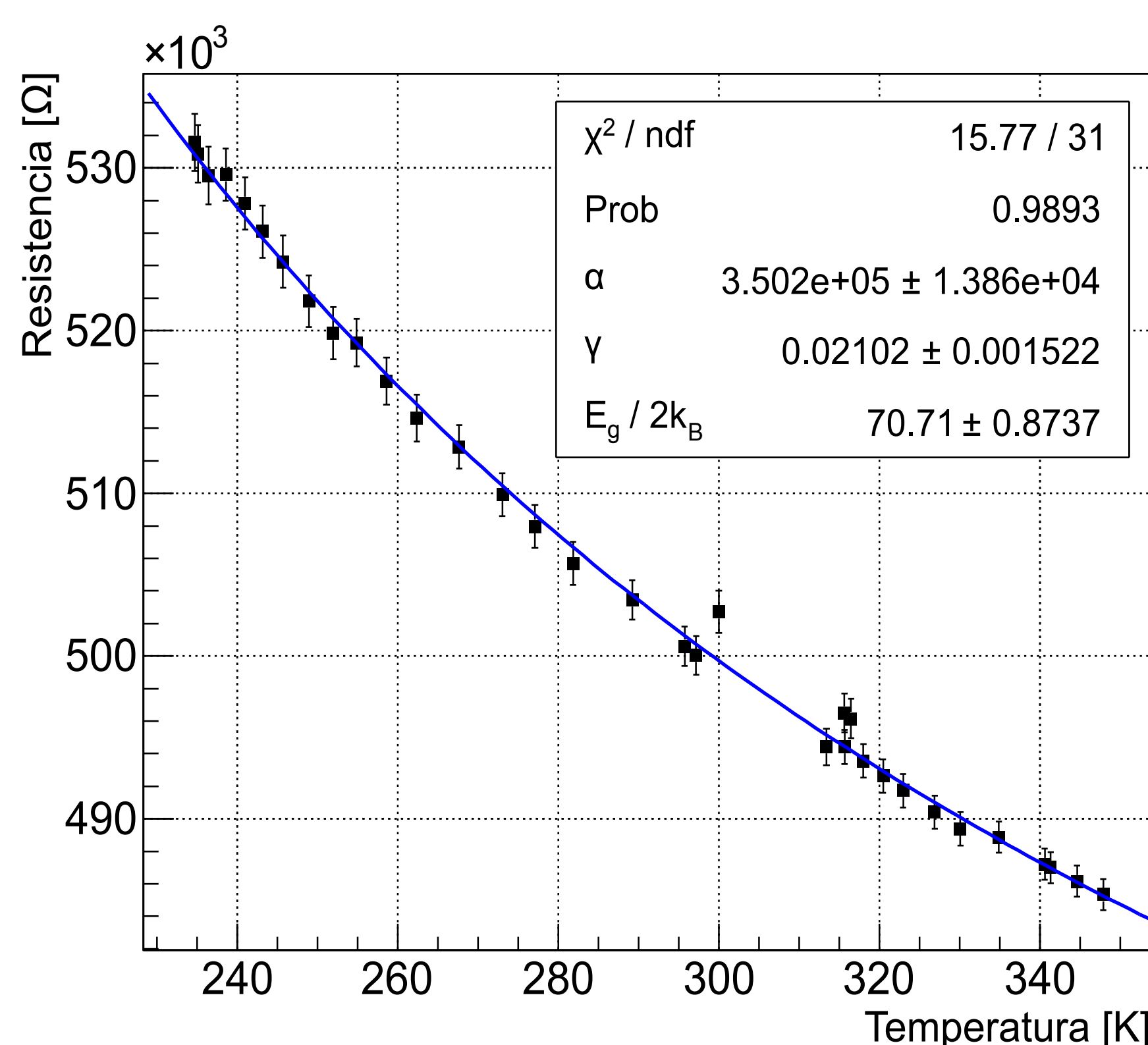


RTD PT1000
Encapsulado
Celda Peltier
TEC1-4905
Conductor térmico
(aluminio)
Celda Peltier
TEC1-12706
Radiador

Se usaron dos celdas peltier y un sistema de refrigeración líquida para modificar la temperatura del encapsulado oscuro entre -40°C y 80°C.

Resistencia de quenching

Se obtuvieron curvas I-V a distintas temperaturas del SiPM en polarización directa con el LED apagado. La R_q se calcula a partir de la pendiente de la región lineal en una curva I-V del SiPM.



Se supuso que se trata de un semiconductor intrínseco o levemente dopado, y se lo ajustó según el modelo^[4]

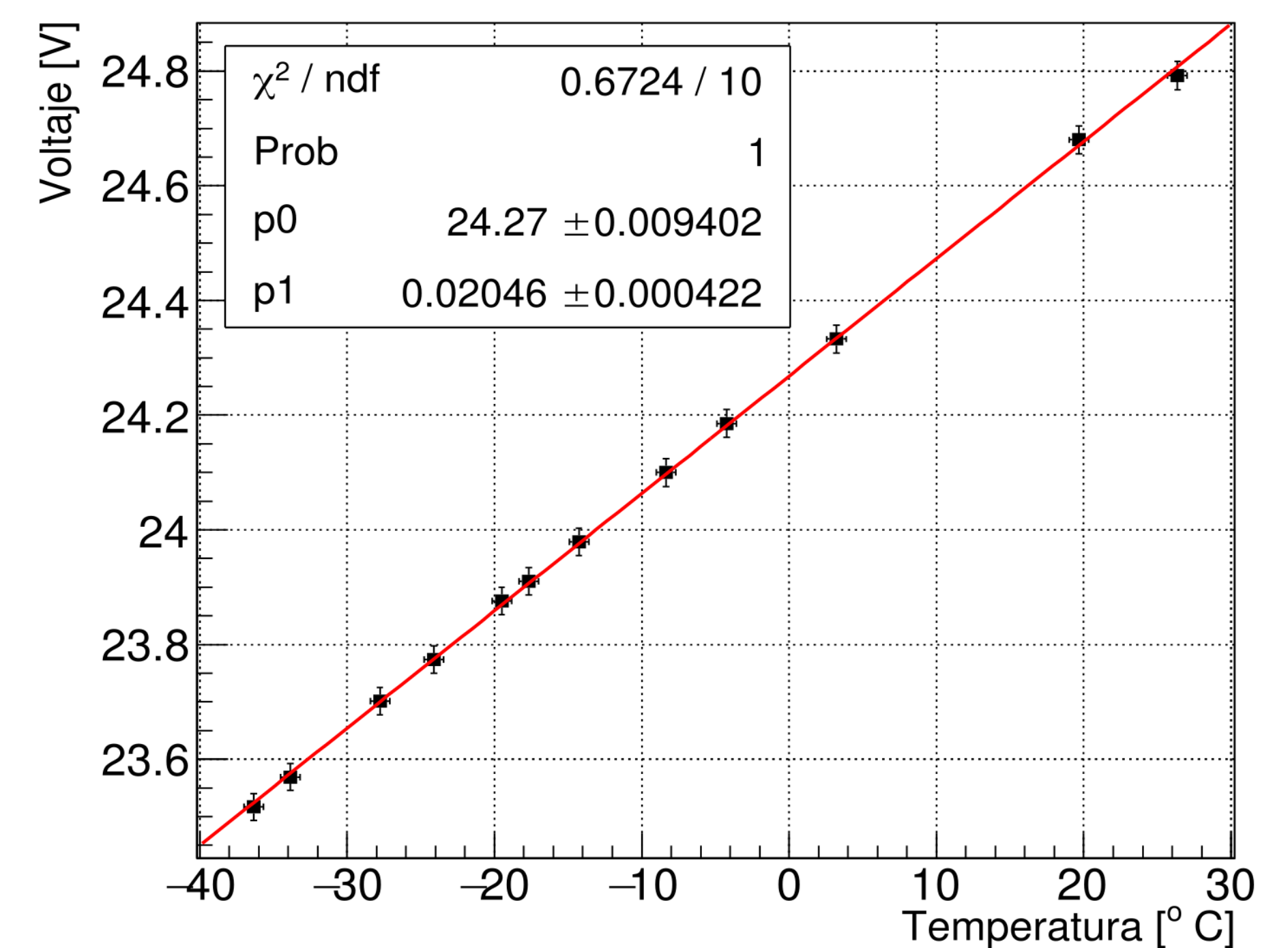
$$R(T) = \alpha T^\gamma e^{E_g / 2k_B T}$$

Voltaje de ruptura

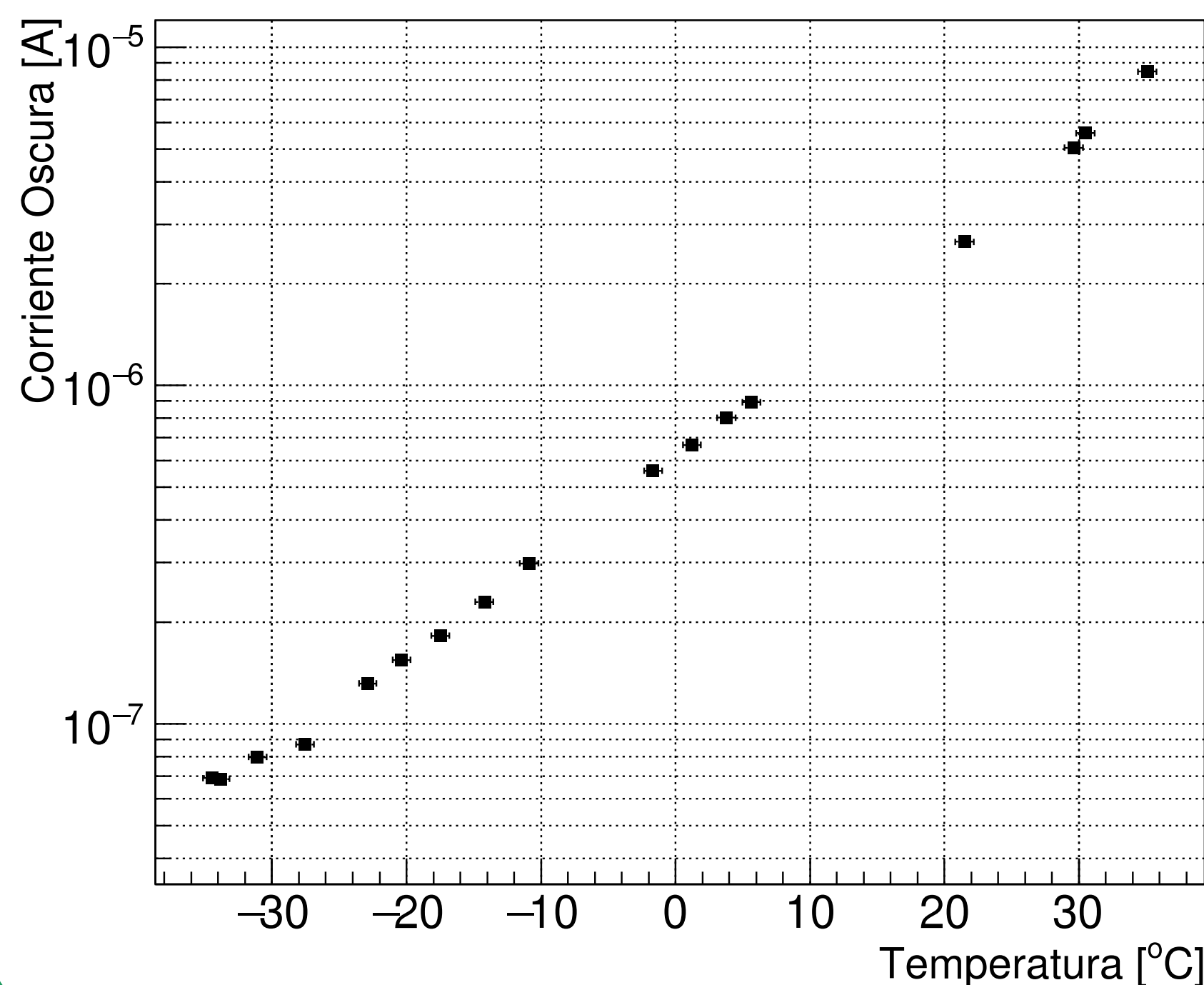
Se obtuvieron curvas I-V para distintas temperaturas con el SiPM en inversa. Para voltajes cercanos luego de la ruptura, se puede modelar la variación de la corriente como^[5]:

$$\frac{d[\ln(I)]}{dV} = \frac{2}{V - V_{br}}$$

Se obtuvo una relación lineal entre el V_{br} y la temperatura, con una variación aproximada de 20.5 mV por grado, compatible con el valor de la hoja de datos del fabricante.

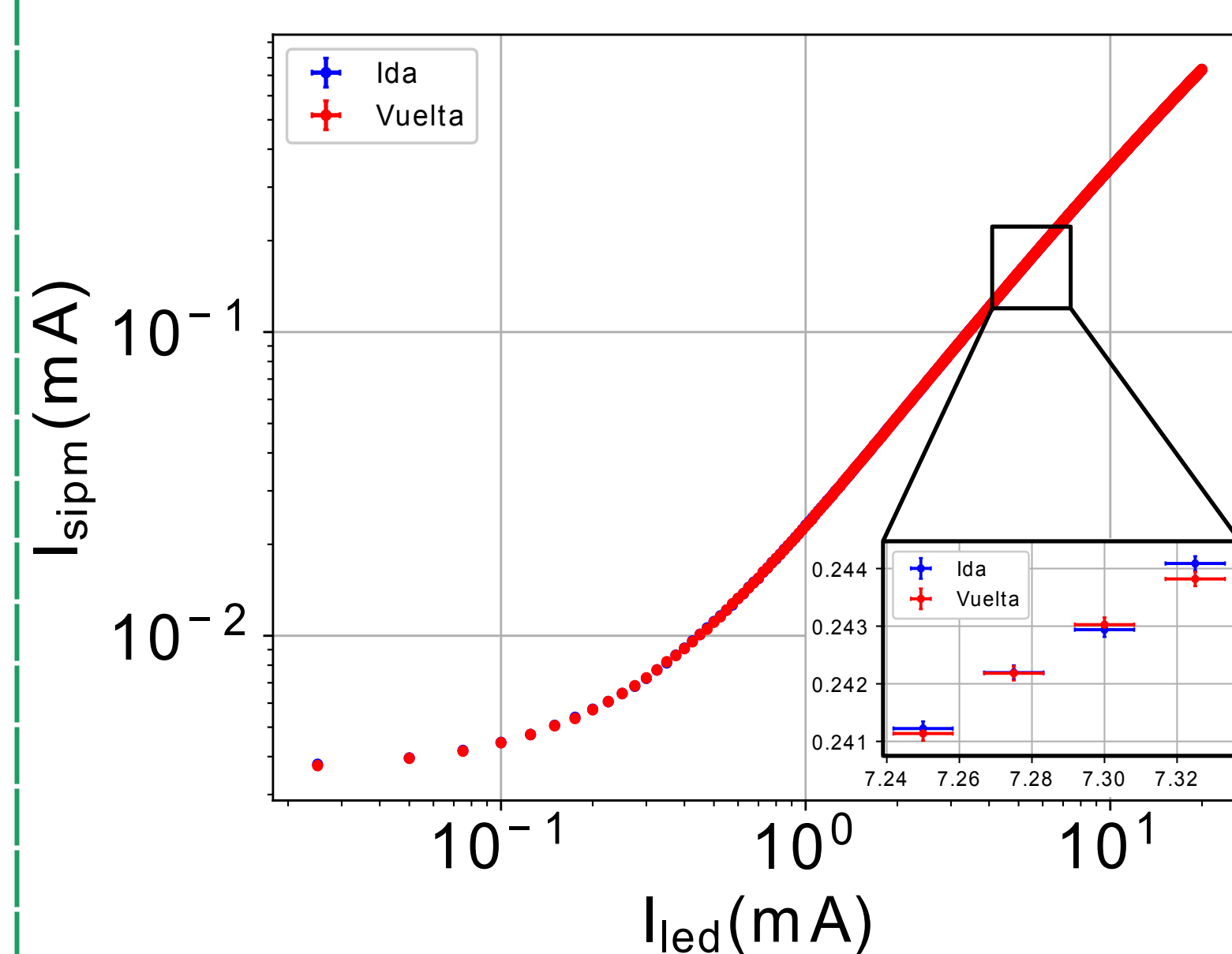


Corriente oscura



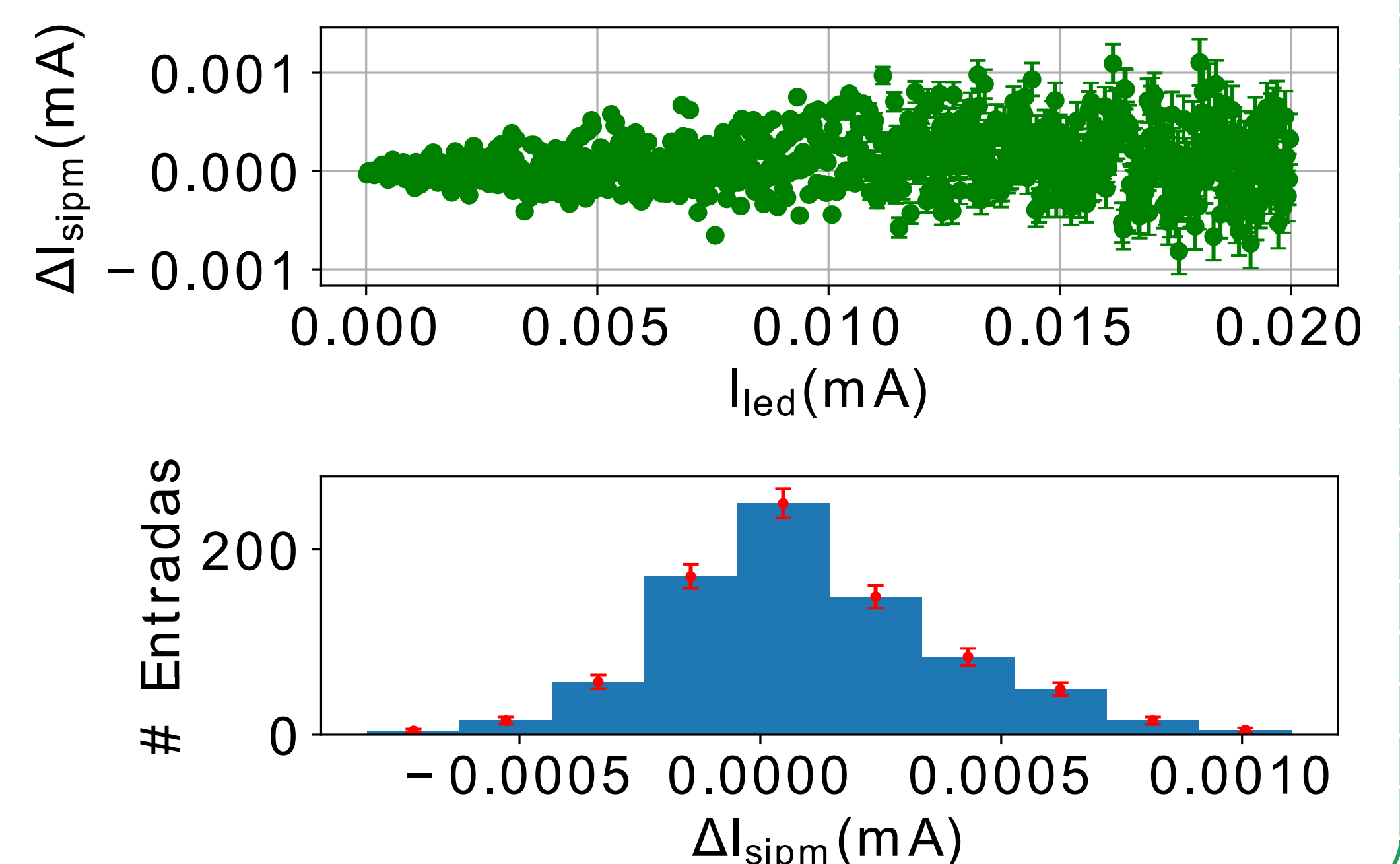
Se midió la corriente del SiPM en inversa a 30V con el LED apagado.

Curvas $I_{SiPM}(I_{LED})$ e histéresis



Se observó histéresis en los gráficos estudiados. Finalmente se concluyó que dicha histéresis era el producto de un aumento en temperatura del encapsulado a causa de la disipación de potencia del LED.

Aplicando un control de temperatura se observa que la diferencia entre las curvas de ida y vuelta se distribuye alrededor del 0. Es decir, no hay histéresis.



Conclusiones

Se desarrolló un protocolo de caracterización de SiPMs que permitirá estudiar cada componente en forma individual antes de ser integrado en las misiones satelitales.

Los parámetros estudiados fueron:

- Resistencia de quenching
- Voltaje de ruptura
- Corriente oscura

Referencias

- [1] Proyecto Labosat: <http://labosat.unsam.edu.ar>
- [2] Satellogic: <https://www.satellogic.com/>
- [3] <http://sensl.com/downloads/ds/DS-MicroCseries.pdf>
- [4] Ashcroft...
- [5] Nepomuk