



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA



# PixLab Meeting

C. Marinas  
IFIC – Valencia

[cmarinas@ific.uv.es](mailto:cmarinas@ific.uv.es)



# División de Instrumentación

- Varios grupos participando en actividades de I+D en detectores de píxeles
- Los asistentes ven con buenos ojos potenciar la **cooperación** entre distintos grupos de trabajo
- Desarrollo de detectores CMOS<sup>(\*)</sup>: Línea vertebradora de actividades → Diseño, caracterización, DAQ, integración, ...

## Plataformas

RD50  
AIDA  
CSIC  
...

## Proyectos

Plan Nacional  
Prometeo  
GenT  
...

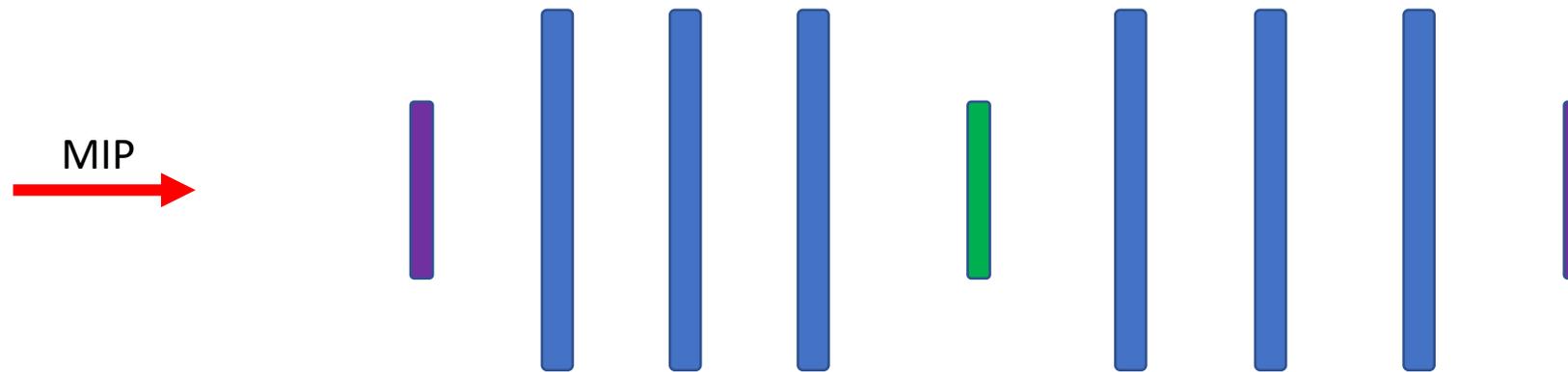
## Upgrades

Belle II  
ATLAS  
LHCb  
FLC  
...

(\*) En línea mas general: Sistemas de detectores semiconductores (CMOS, SiPM, ...)

# Organización

- Se han establecido contactos informales entre los distintos grupos, tratando de encontrar líneas comunes
- Idea central que nos aglutina: Potenciar el know-how en el IFIC y tener masa crítica de conocimiento
- Bajo la *PTI* del CSIC, surge la idea de desarrollar un telescopio entre grupos españoles



Timing: LGAD,  $O(10)$  ps,  $O(100)$   $\mu$ m  
Telescopio: CMOS,  $O(10)$  ns,  $O(10)$   $\mu$ m, 0.1%  $X_0$   
DUT  
DAQ  
Mecánica ligera e integración  
Algoritmos de alineamiento y tracking

Si nos organizamos, el  
impacto del IFIC puede ser  
importante

# Organización

---

- Reuniones regulares los primeros lunes de cada mes (11h00)
- Presentaciones **técnicas** informales sobre aspectos de interés común
- Mantener y reforzar el contacto y buscar posibles sinergias → Crear conocimiento a nivel IFIC
- Lista de correo: [pixlab@pegaso.ific.uv.es](mailto:pixlab@pegaso.ific.uv.es)
- **Hoy:**
  - Recolección de carga en MPW2 de RD50 (Ricardo)
  - Opciones CMOS (TSI 180 nm) para LHCB (Jose)
  - Actividades grupo TileCal (Luca)

- Durante el confinamiento, Springer ha liberado mas de 400 libros ([descarga](#) entera o por capítulos en pdf)
- Sugerencia a la biblioteca para comprar el nuevo libro de N. Wermes 'Particle Detectors: Fundamentals and Applications' (a mayores se compraran 1-2 ejemplares para el laboratorio)
- Educational lectures 'Microelectronic technologies for HEP instrumentation'

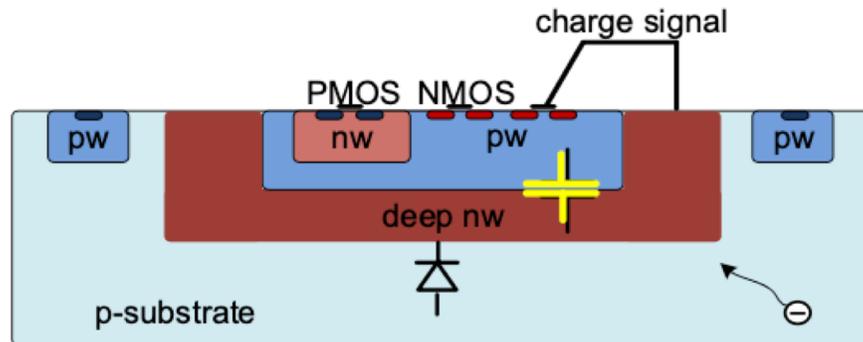
Part 1. 5<sup>th</sup> May: <https://indico.cern.ch/event/913980/>

Part 2. 6<sup>th</sup> May: <https://indico.cern.ch/event/913981/>



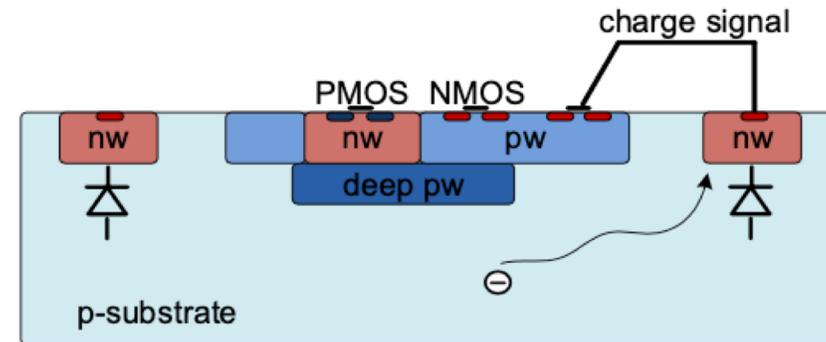
**THANK YOU**

# Sensores CMOS: Los dos sabores



Electronics **inside** charge collection well

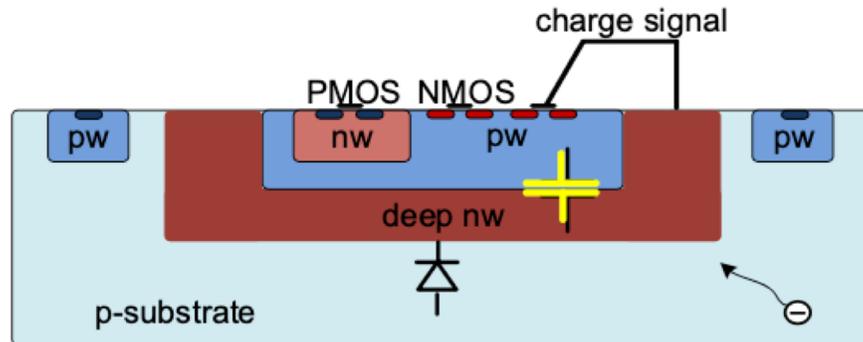
- **large** collection electrode  
=> little low field regions  
=> on average **short(er) drift** paths  
=> less trapping -> **radiation hard**
- **Larger sensor capacitance** (pw & dnw!)  
=> noise & speed/power penalty  
=> possible x-talk (digital to sensor)



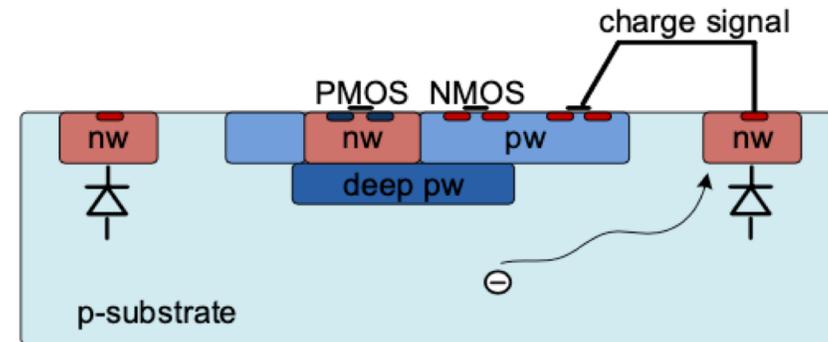
Electronics **outside** charge collection well

- **small** electrode  
=> **very small sensor capacitance (< 5fF)**  
=> lower analog power budget (noise, speed)  
=> less prone to x-talk
- on average **long(er) drift distances** and potentially low field regions  
→ **radiation hardness needs process mods**

# Sensores CMOS: Los dos sabores



Aplicación típica: Colisionadores pp



Aplicación típica: Colisionadores  $e^+e^-$

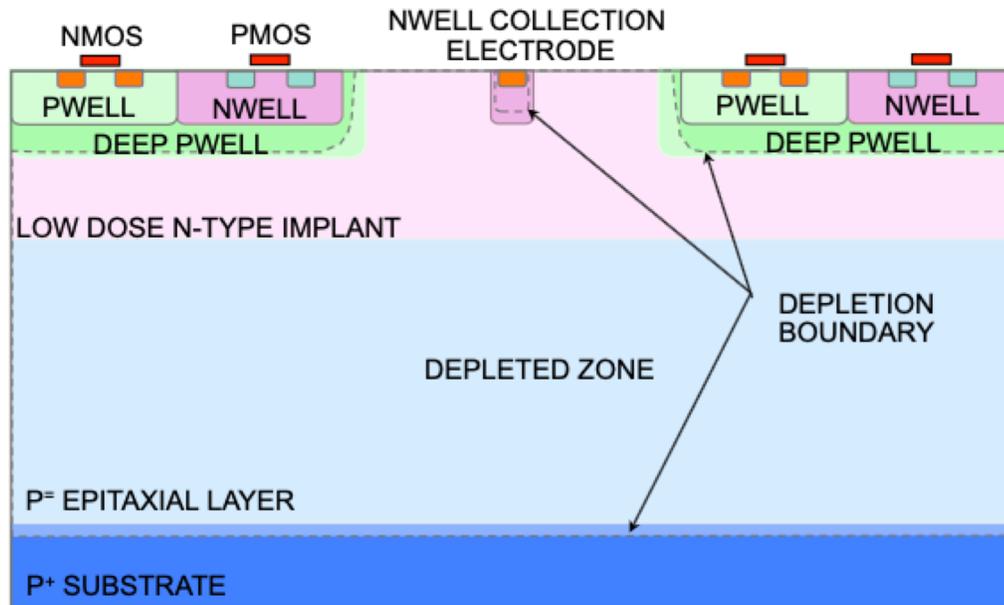
En el IFIC, participamos en la caracterización de ambos sabores:

RD50-MPW12 → LFoundry via RD50

TJ-Monopix → TowerJazz via Belle II upgrade

# Small Electrode Sensor Design

Monolithic detector: Combine sensor and readout on the same wafer



Electronics outside the collection well  
Small fill factor

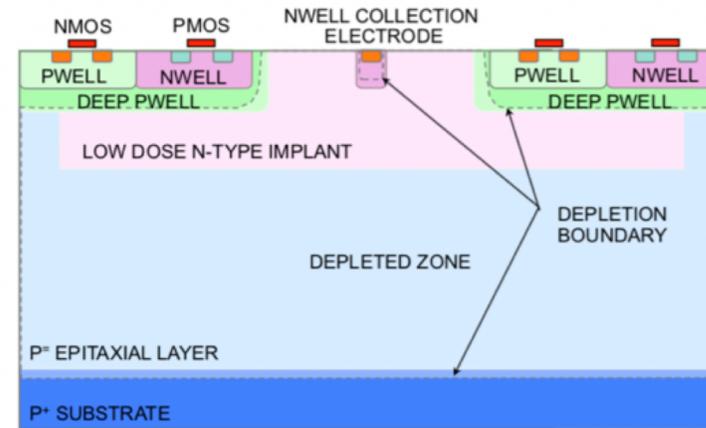
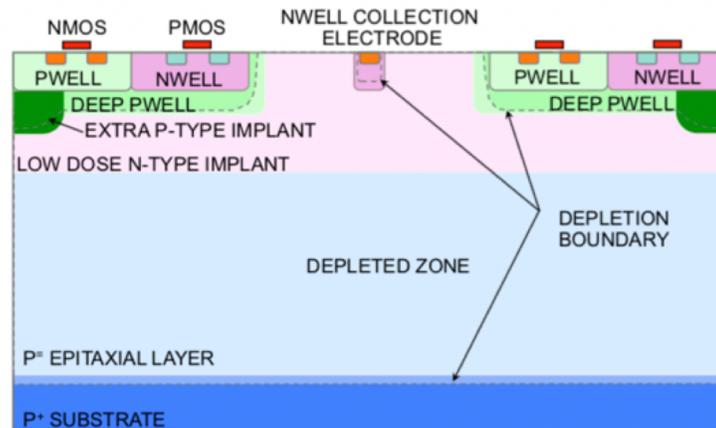
- Very small sensor capacitance
- Low noise and power

TowerJazz 180 nm CIS

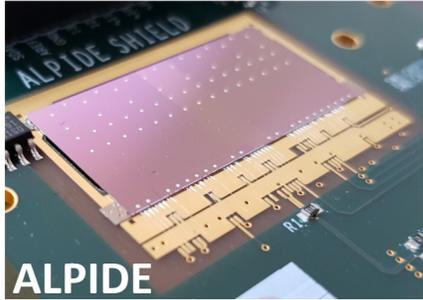
- Deep pwell allows for full CMOS in pixel
- High resistivity epi-layer 1-8 kOhm.cm  
Epi thickness 18-40  $\mu\text{m}$
- 3 nm gate oxide for good TID
- Modified process: Additional planar n-type implant  
Full depleted volume  
Fast charge collection
- Derived from ALICE development (CERN)

# Small Electrode Sensor Design

Modificaciones al diseño original para aumentar la eficiencia en los bordes (TJ-Monopix2)

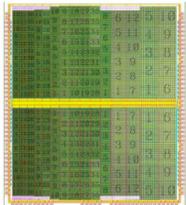


# TowerJazz Development Line



ALPIDE

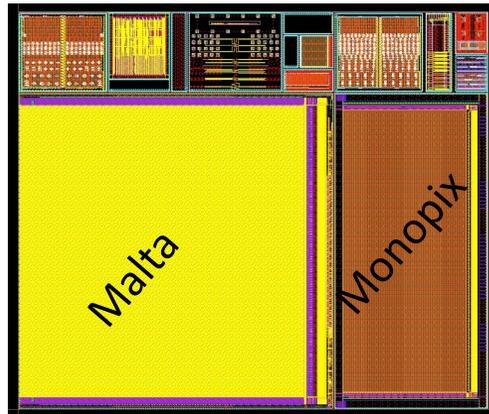
5x5.7 mm<sup>2</sup>



Investigator

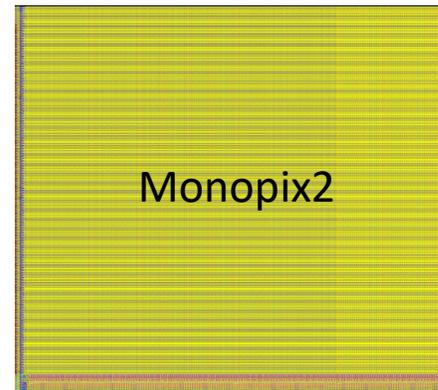
2016

20x20 mm<sup>2</sup>  
10x20 mm<sup>2</sup>



2018

20x18 mm<sup>2</sup>



Submission 2020

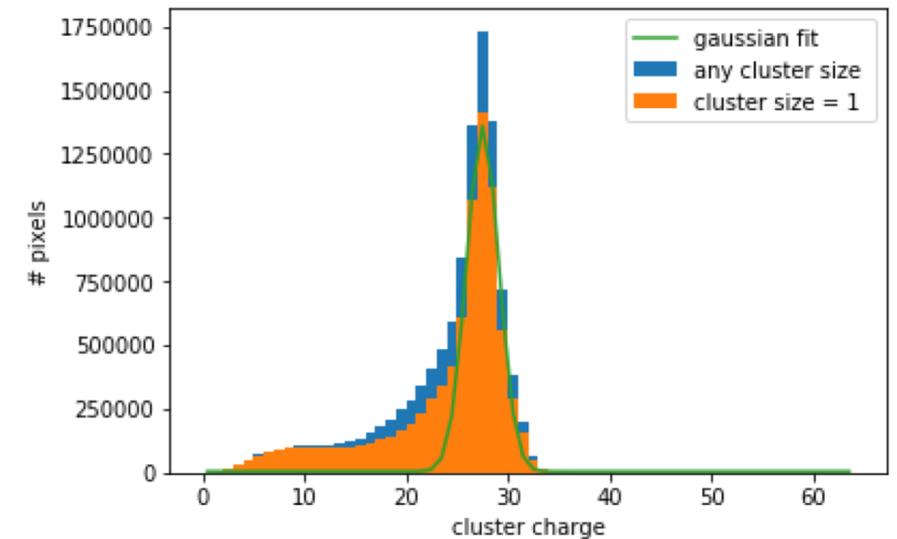
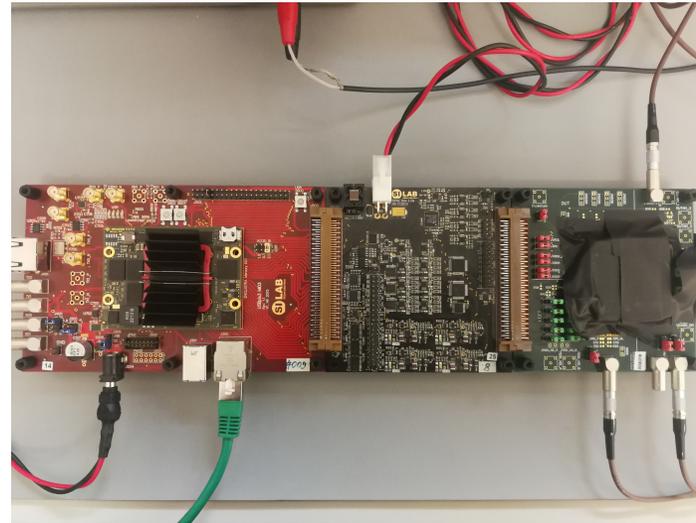
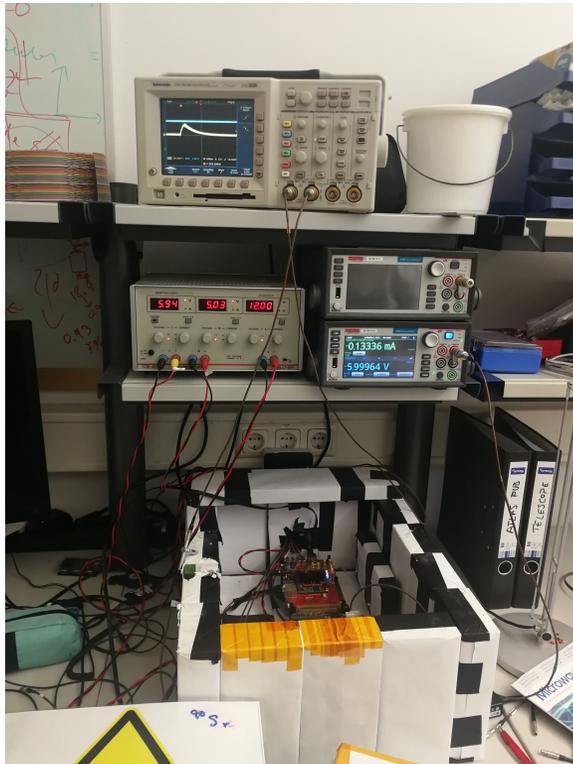
Demonstrators to match ATLAS specifications of outer pixel layers

80 Mrad and  $10^{15}$  n<sub>eq</sub>/cm<sup>2</sup>  
25 ns response time  
33x33 μm<sup>2</sup> pitch  
200 MHz/cm<sup>2</sup> hit rate  
High resistivity wafer (Cz)

	TJ-Monopix1	TJ-Monopix2
Chip Size	1x2 cm <sup>2</sup> (224x448 pix)	2x2 cm <sup>2</sup> (512x512 pix)
Pixel size	36 × 40 μm <sup>2</sup>	33.04 × 33.04 μm <sup>2</sup>
Noise	≅ 11 e <sup>-</sup>	< 10e <sup>-</sup> (improved FE)
LE/TE time stamp	6-bit	7-bit
Threshold Dispersion	≅ 30 e <sup>-</sup> rms	< 20 e <sup>-</sup> rms (improved FE + tuning)
Minimum threshold	≅ 300 e <sup>-</sup>	< 150 e <sup>-</sup>
In-time threshold	≅ 400e <sup>-</sup>	250 - 300 e <sup>-</sup>
Efficiency	≅ 70 % (irradiated)	> 95% (irradiated)

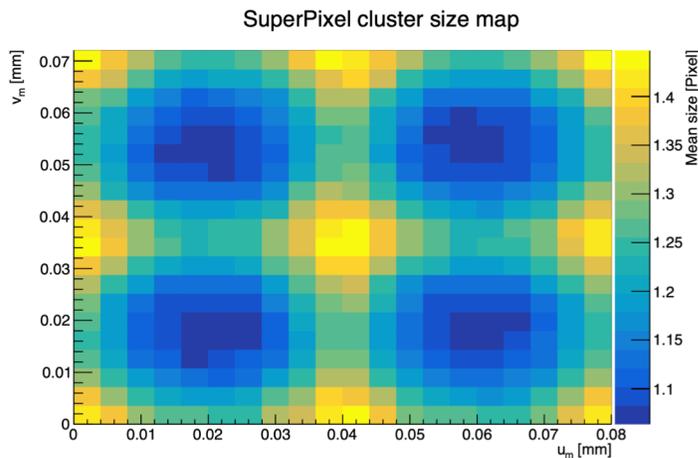
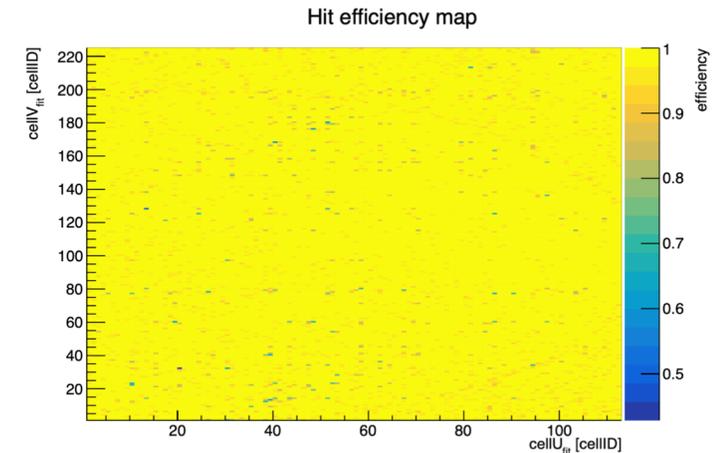
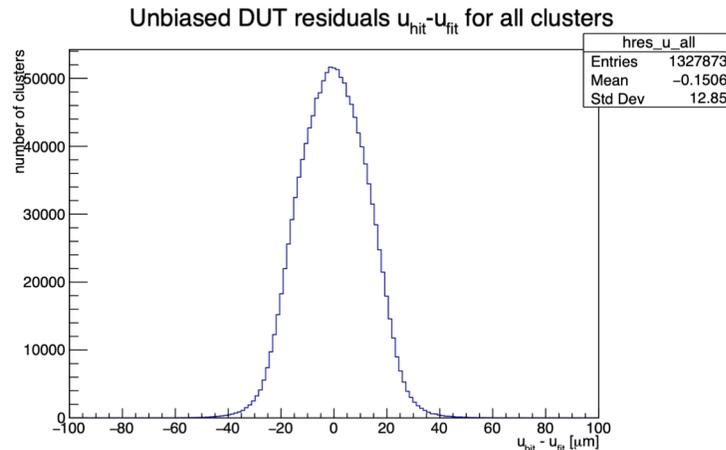
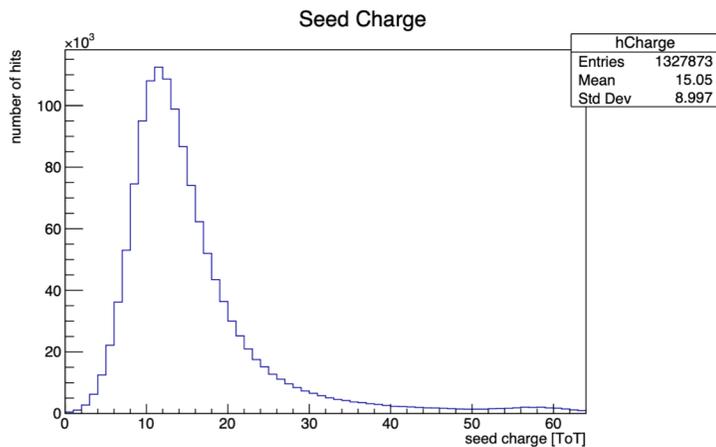
# TJ-Monopix Set Up

Set up de TJ-Monopix funcionando en el laboratorio en el IFIC



# TJ-Monopix: Test Beam

Analisis de datos del test beam en DESY antes de la cuarentena (Goettingen, Bonn, Estrasburgo)



Estos datos se utilizan para implementar el digitizador del upgrade de Belle II con este tipo de sensor

