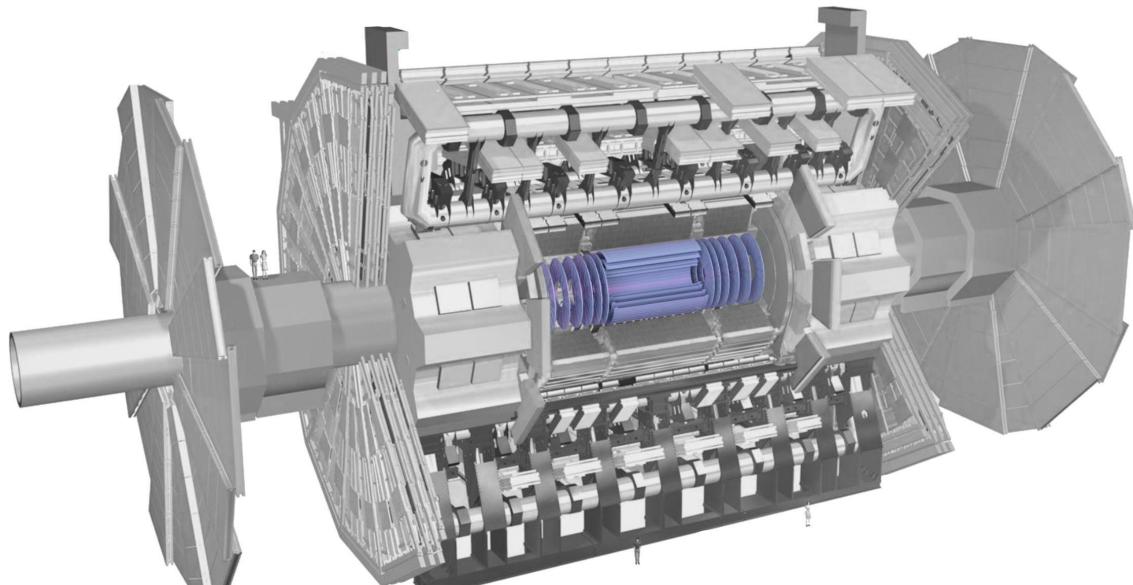




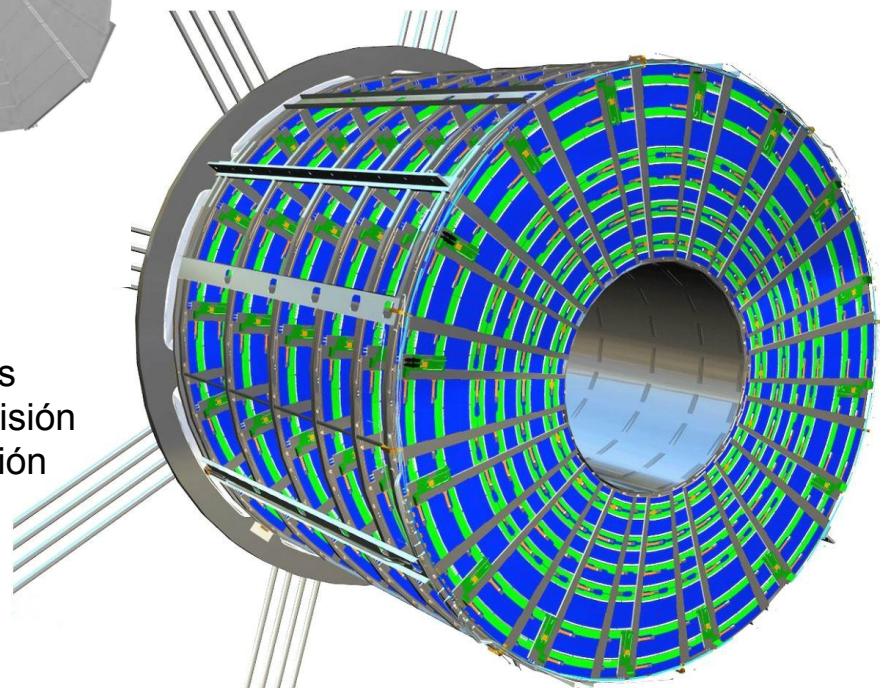
Construcción del primer módulo R0 para el ITk de ATLAS

Carles Solaz
csolaz@ific.uv.es

Detector interno de ATLAS para el futuro HL-LHC



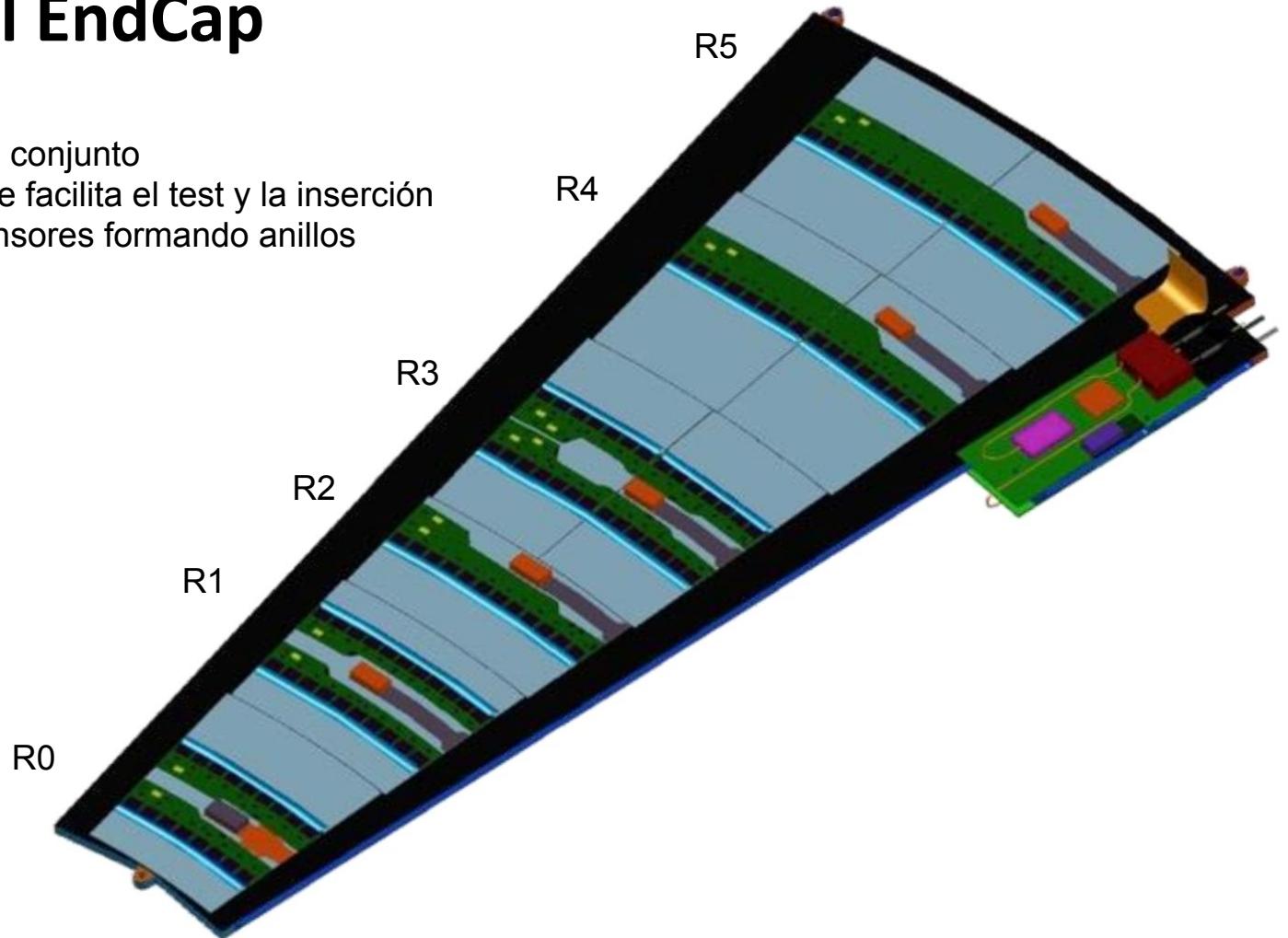
EndCaps. **6 discos** a cada extremo del detector



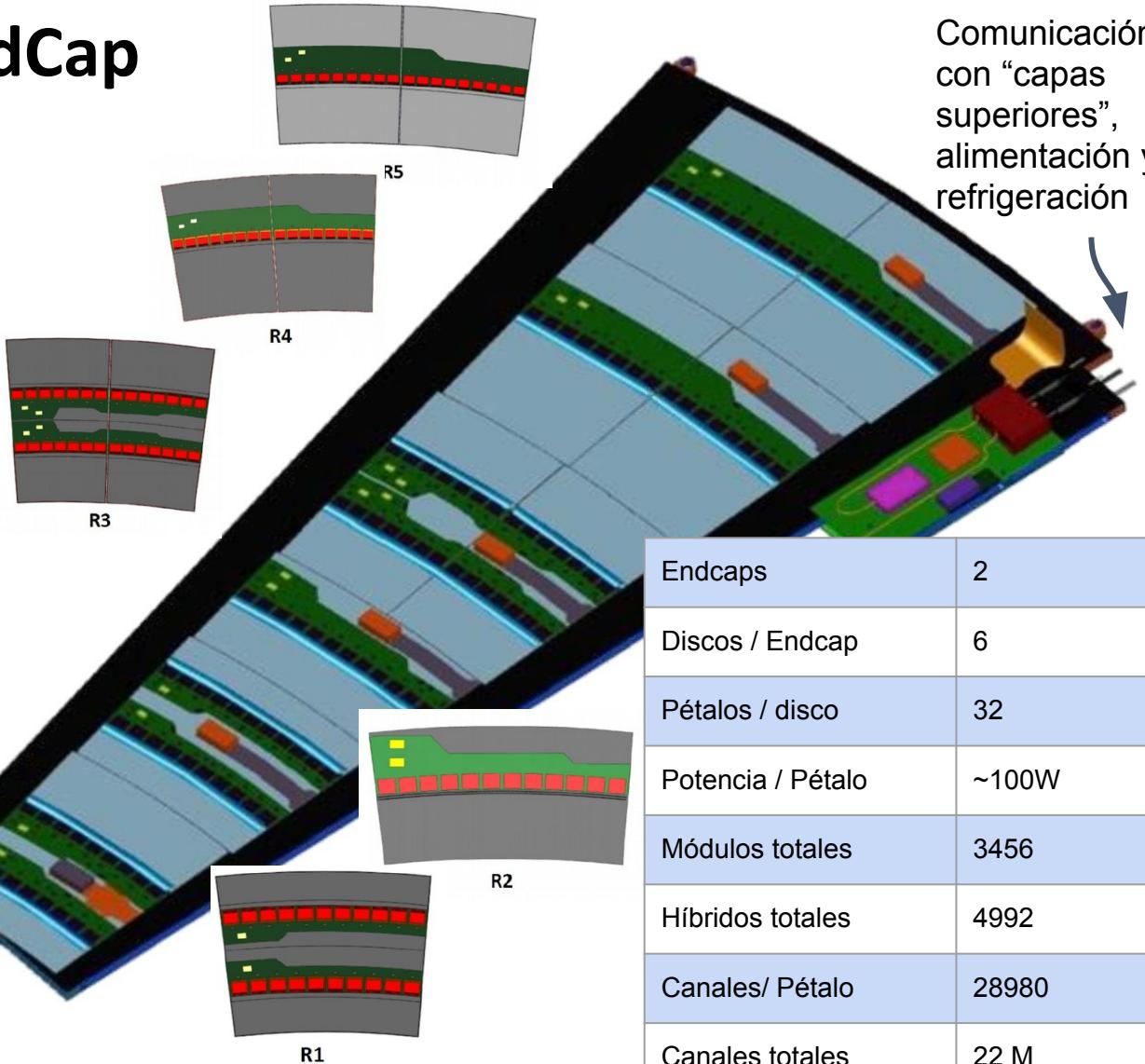
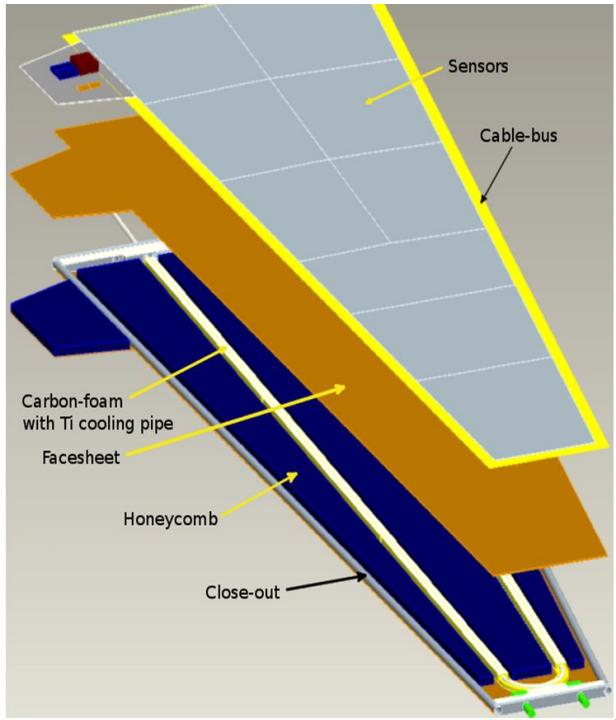
- Construir una parte sistema de reconstrucción de trazas
- Medir el momento de partículas cargadas con alta precisión
- Detectores de silicio y electrónica resistente a la radiación
- Dosis radiación Endcap $\sim 10^{15}$ neq/cm 2
- Luminosidad de hasta $(5 \times 10^{34}$ cm $^{-2}$ s $^{-1}$)

Los Pétalos del EndCap

- Minimizar la masa del conjunto
- Estructura robusta que facilita el test y la inserción
- Disposición de los sensores formando anillos

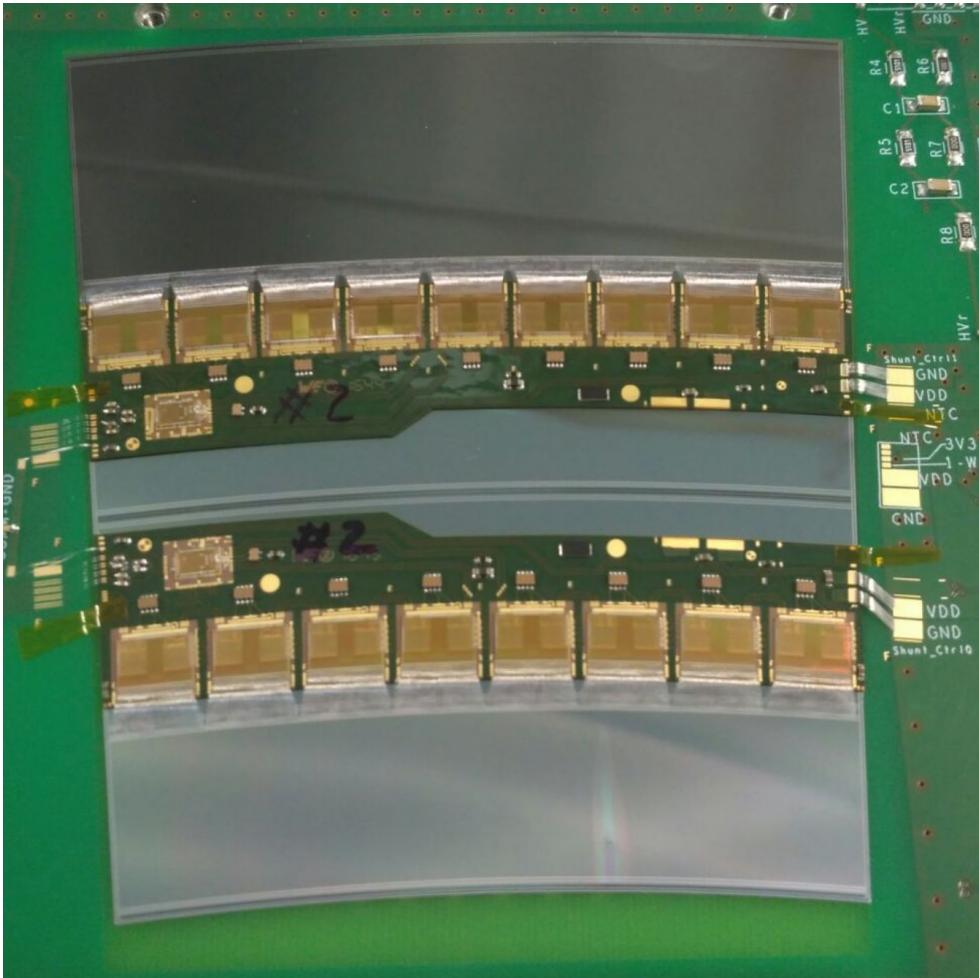


Los Pétalos del EndCap



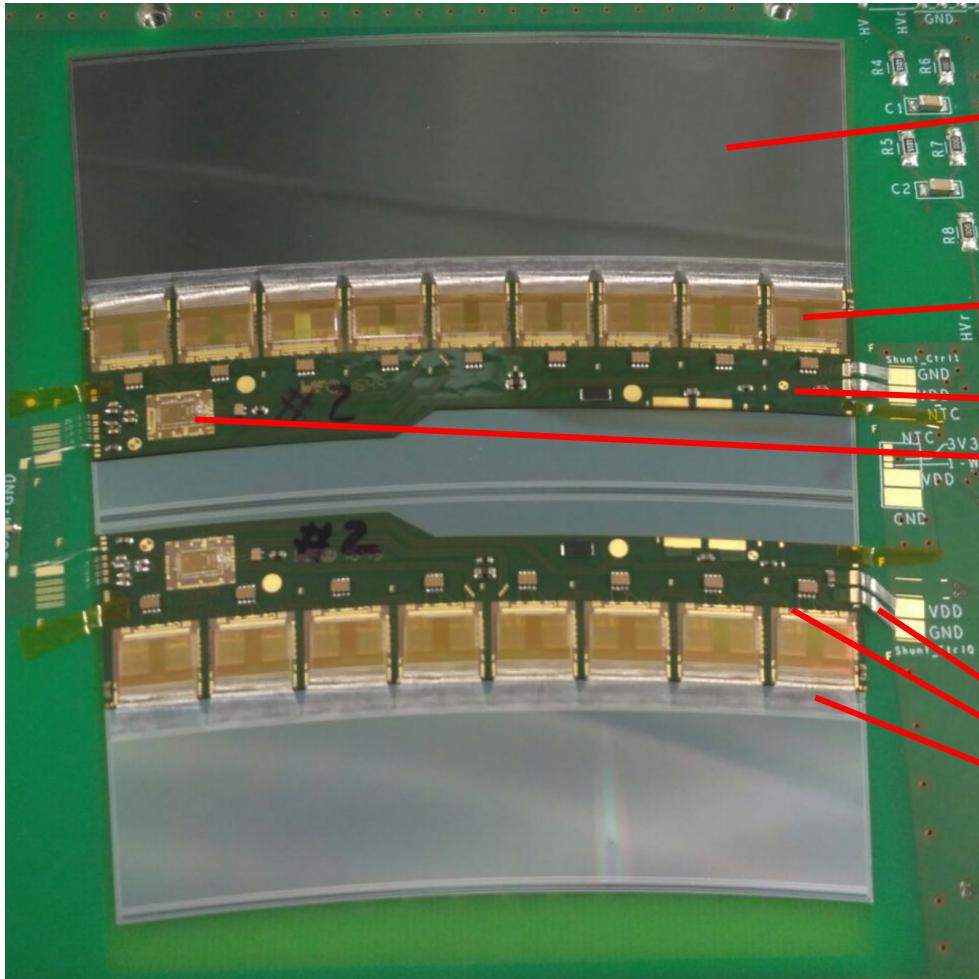
| | |
|-------------------|-------|
| Endcaps | 2 |
| Discos / Endcap | 6 |
| Pétalos / disco | 32 |
| Potencia / Pétalo | ~100W |
| Módulos totales | 3456 |
| Híbridos totales | 4992 |
| Canales/ Pétalo | 28980 |
| Canales totales | 22 M |

Primer módulo R0 producido en Valencia



- Módulo = Sensor + electrónica
- Se ensaya con módulos R0
- Se considera uno de los más complicados
- Desarrollar y depurar los procedimientos y herramientas para el ensamblado
- Verificación del funcionamiento eléctrico

Primer módulo R0 producido en Valencia



Sensor microbandas de silicio

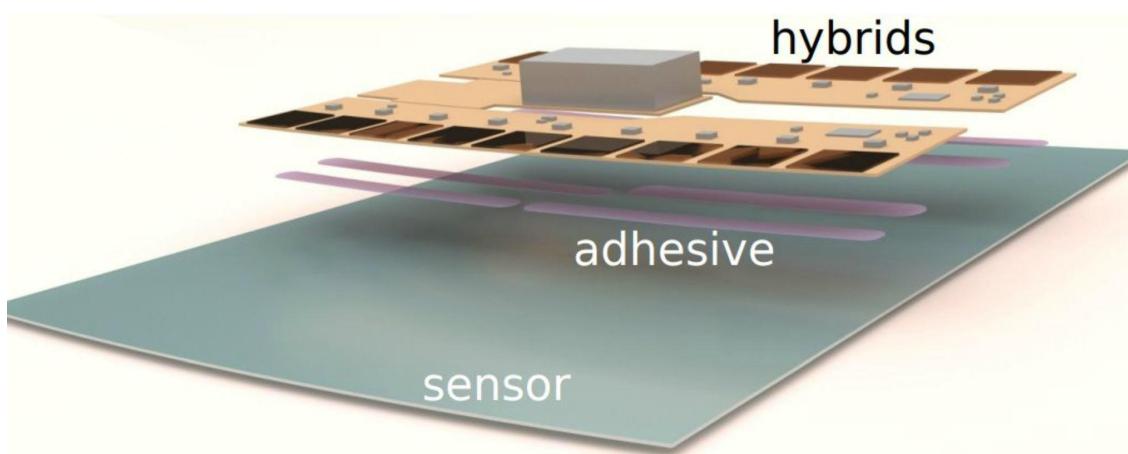
Híbrido

- Chips lectura sensor.
 - Lectura binaria. 256 canales
- PCB
- Chips comunicaciones
- Diseño antecesor hecho en IFIC

3500 microsoldaduras/módulo
(20m hilo!) En producción
gastaremos más de 10 Km de
hilo!

Ensamblado de alta precisión.

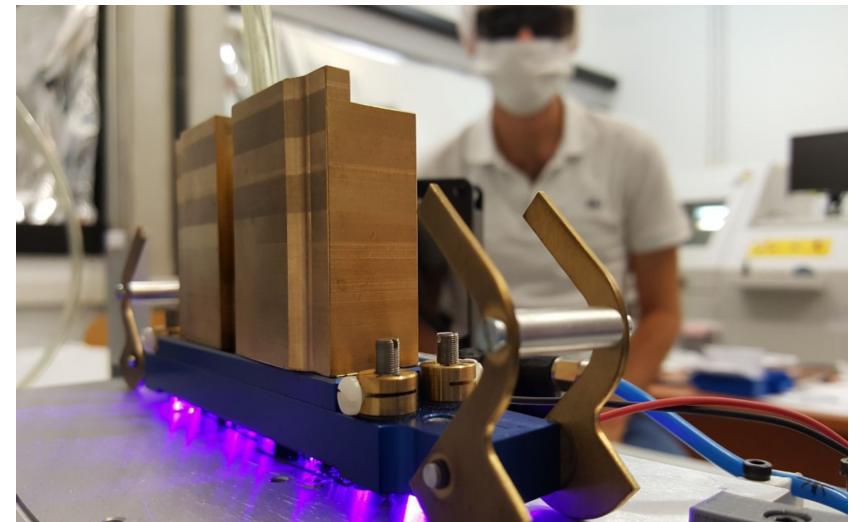
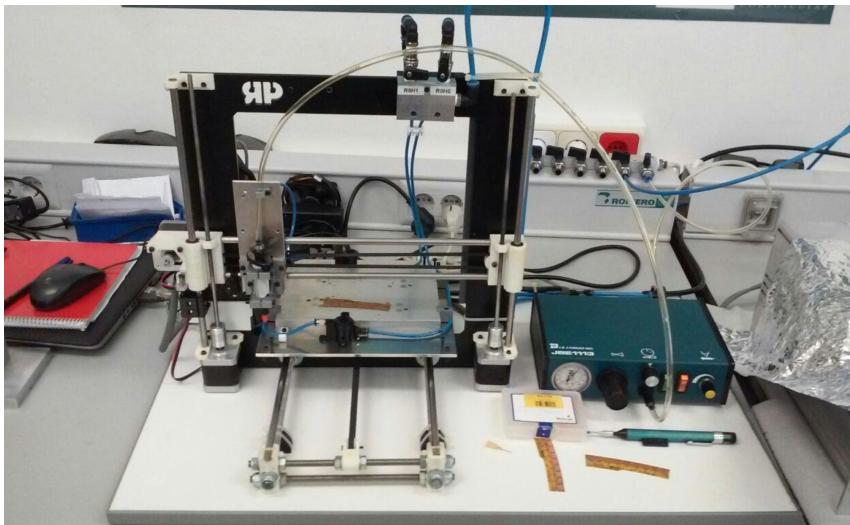
- Se requiere precisión micrométrica:
 - Tolerancias de decenas de micras
 - En el posicionamiento de las piezas (chips, PCBs)
 - En el espesor de pegamento entre chip-PCB y entre PCB-Sensor
- Utillajes fabricados para cada propósito
- Ensamblado en sala blanca



Pasos en la construcción del módulo

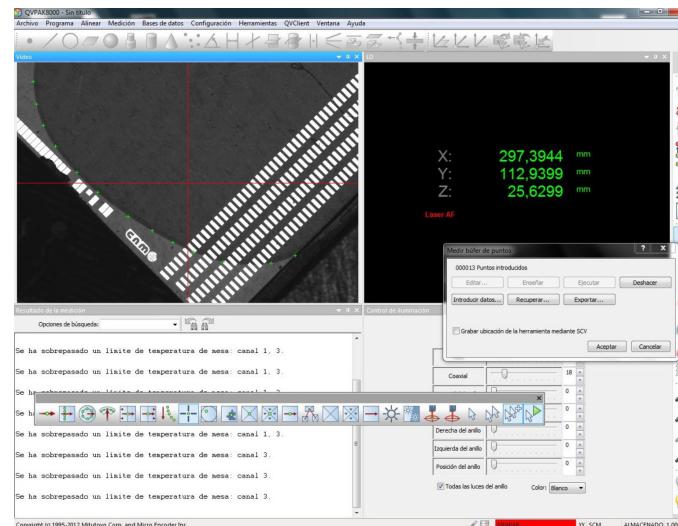
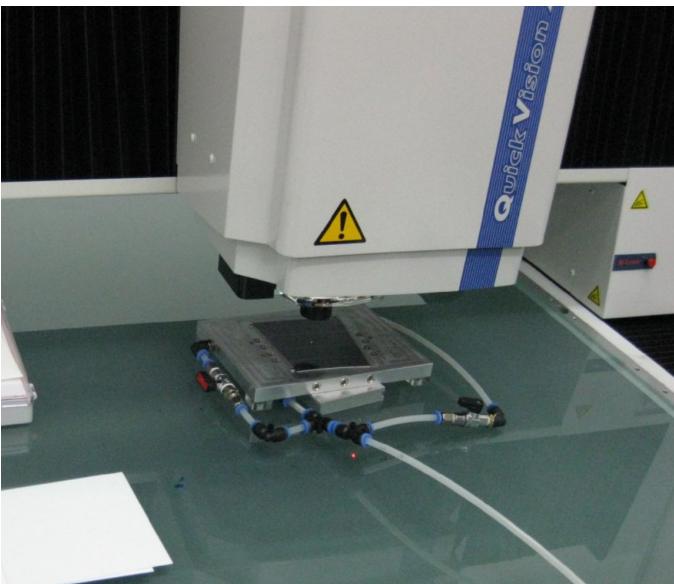


1. Pegado de chips sobre PCB (híbridos)
 - Dispensadora de pegamento automática desarrollada en IFIC a partir de una impresora 3D
 - Pegamento UV. LEDs UV incorporados en el útil para el curado del pegamento



Pasos en la construcción del módulo

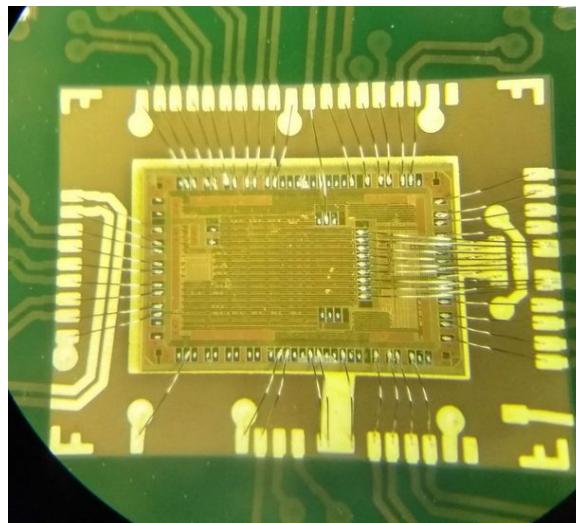
1. Pegado de chips sobre PCB (híbridos)
2. Medidas de metrología
 - Verificar espesor de pegamento ($80 \pm 40 \mu\text{m}$)
 - Utilizamos máquina de visión del servicio de mecánica



Pasos en la construcción del módulo

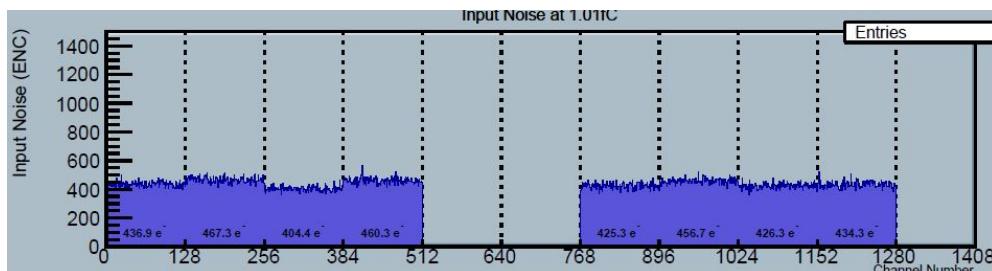


1. Pegado de chips sobre PCB (híbridos)
2. Medidas de metrología
3. Microsoldadura de los chips y de lo híbridos a las placas de test
 - Conexiones eléctricas
 - Máquina de microsoldadura en sala blanca

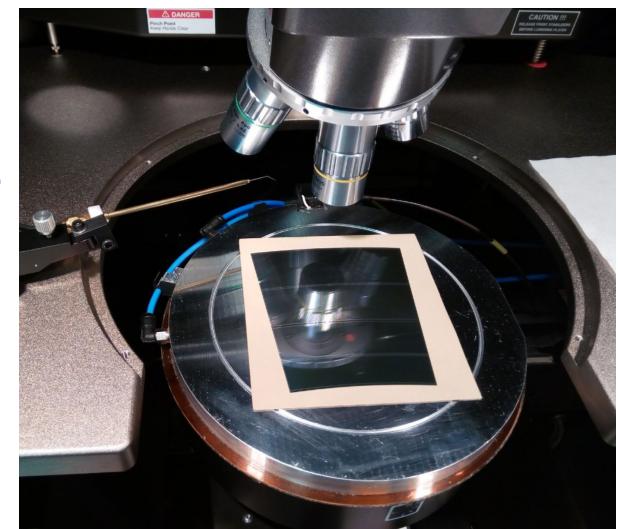


Pasos en la construcción del módulo

1. Pegado de chips sobre PCB (híbridos)
2. Medidas de metroología
3. Microsoldadura de los chips y de los híbridos a las placas de test
4. Pruebas eléctricas para verificar el funcionamiento de los híbridos
 - Medidas de ganancia y ruido a la entrada de los chips

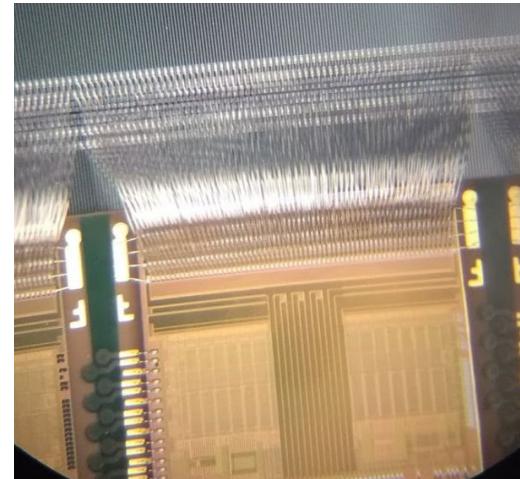
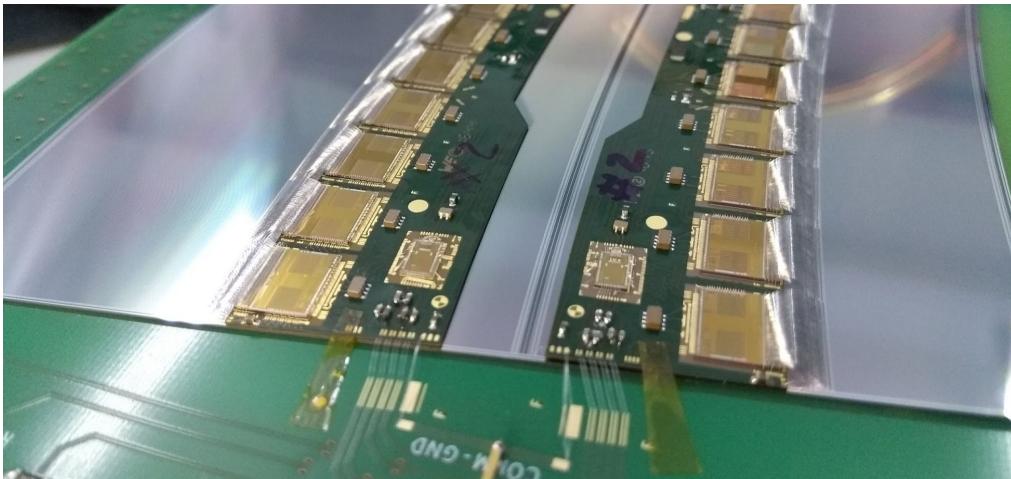


5. Test eléctrico del sensor
 - Caracterización en caja de puntas de sala blanca.
 - Curvas I/V y C/N



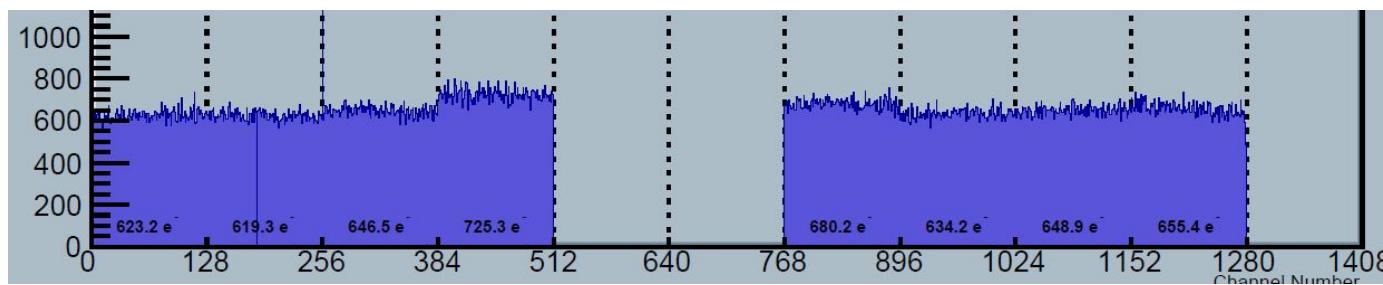
Pasos en la construcción del módulo

1. Pegado de chips sobre PCB (híbridos)
2. Medidas de metrología
3. Microsoldadura de los chips y de lo híbridos a las placas de test
4. Pruebas eléctricas para verificar el funcionamiento de los híbridos
5. Test eléctrico del sensor
6. Pegado de los híbridos sobre el sensor
7. Medidas de metrología. Espesor pegamento ($120 \pm 40 \mu\text{m}$)
8. Test eléctrico del sensor. Verificar que no hay daños por manipulación
9. Microsoldadura de todos los canales de los chips a los sensores



Pasos en la construcción del módulo

1. Pegado de chips sobre PCB (híbridos)
2. Medidas de metrología
3. Microsoldadura de los chips y de lo híbridos a las placas de test
4. Pruebas eléctricas para verificar el funcionamiento de los híbridos
5. Test eléctrico del sensor
6. Pegado de los híbridos sobre el sensor
7. Medidas de metrología. Espesor pegamento ($120 \pm 40 \mu\text{m}$)
8. Test eléctrico del sensor. Verificar que no hay daños por manipulación
9. Microsoldadura de todos los canales de los chips a los sensores (20 m por módulo! En producción gastaremos más de 10 Km de hilo!)
10. Tests eléctricos de los módulos

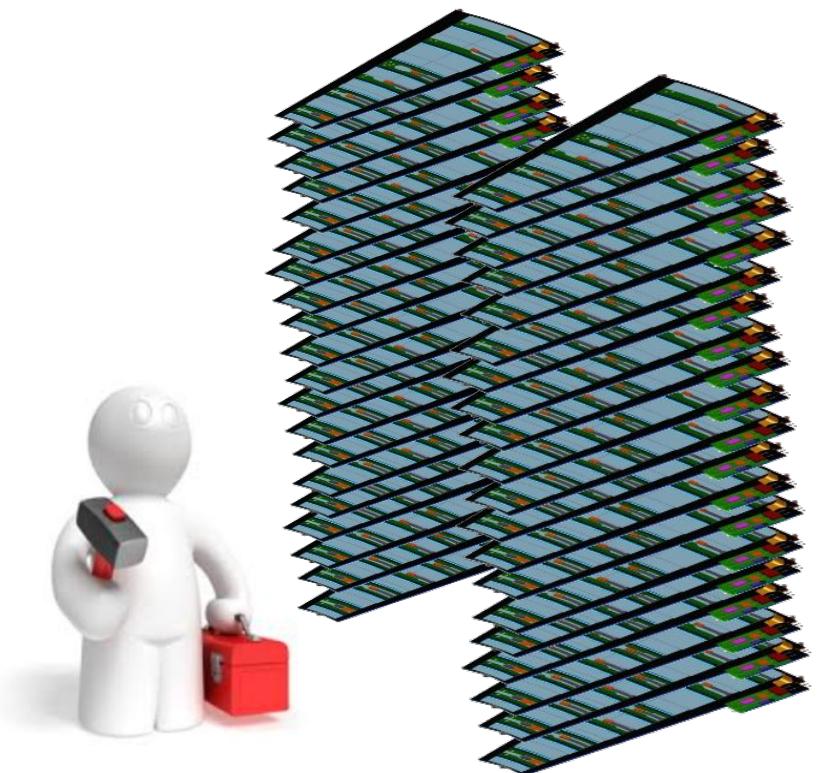


Tareas multidisciplinares que implican diversos recursos y personal especializado

- **Utilajes:** Adrián Platero
- **Ensamblado:** Pablo León, Adrián Platero, Carles Solaz
- **Microsoldadura:** Francisco Gonzalez
- **Metrología:** Pablo León, Adrián Platero, José Vicente Civera
- **Test sensores sala blanca:** Urmila Soldevila
- **Tests eléctricos híbridos y módulos:** Carles Solaz

Ensamblado

- Cuando se terminan se almacenan en sala blanca para ser ensamblados en **Pétalos** (charla Pablo León)
- Pre-Producción en 2019
- Producción finales de 2020
 - IFIC hará 100 pétalos, 600 módulos





Bustape para el Pétalo

Fernando Carrió, Pepe Bernabeu, Daniel Rodríguez

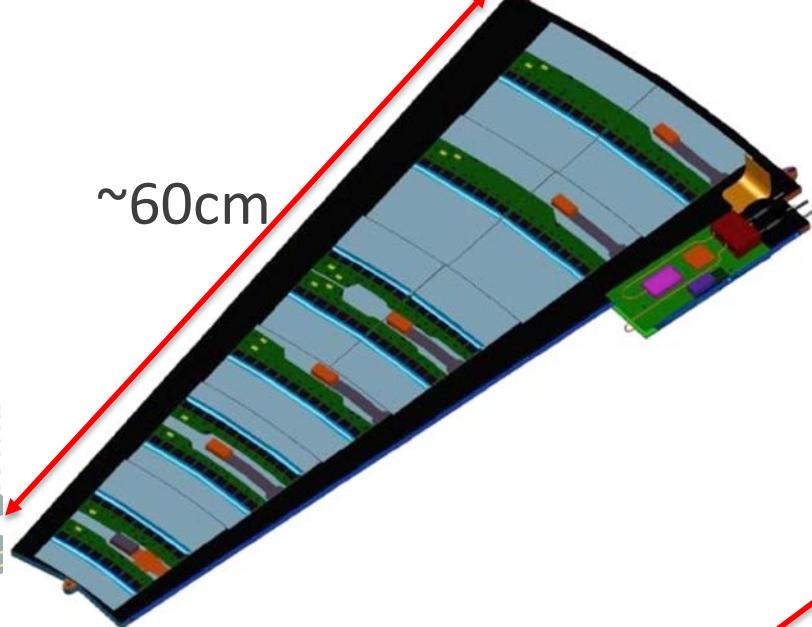
Bustape en el pétalo

Bustape → **Interfaz eléctrica entre los módulos y el exterior**

- Proporciona alimentación y control para las powerboards (Low y High Voltage) → 11 V y 750 V
- Comunicaciones de alta velocidad de comandos y datos con los módulos Hybrid → 640 Mbps



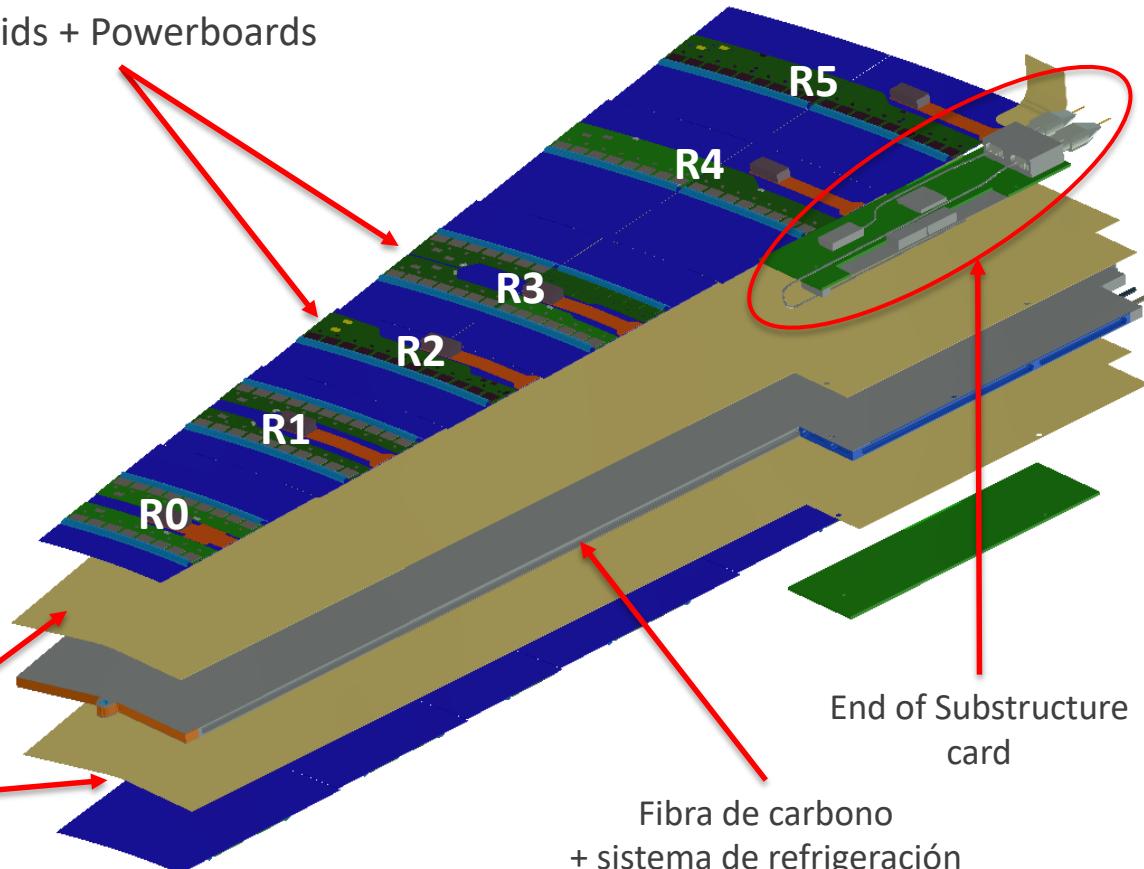
~60cm



Hybrids + Powerboards

0

Bustape



Fibra de carbono
+ sistema de refrigeración

R5

R4

R3

R1

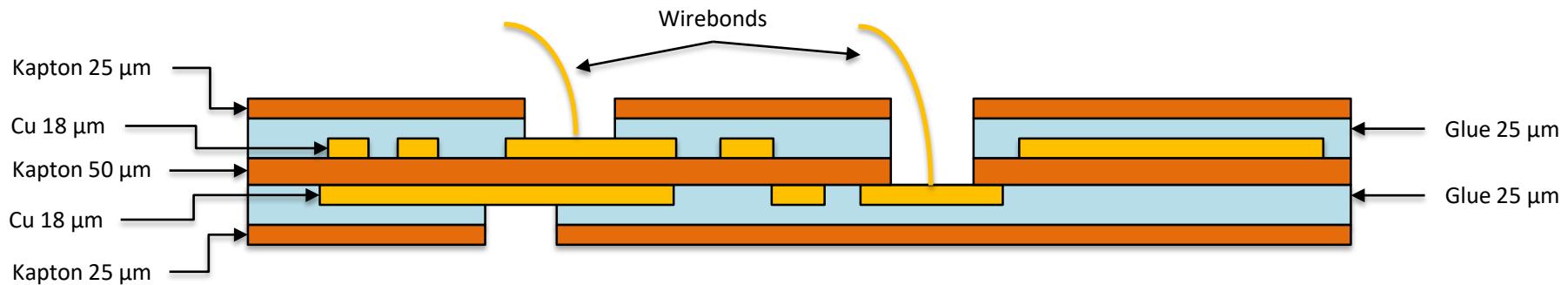
R0

End of Substructure
card

Especificaciones del Bustape

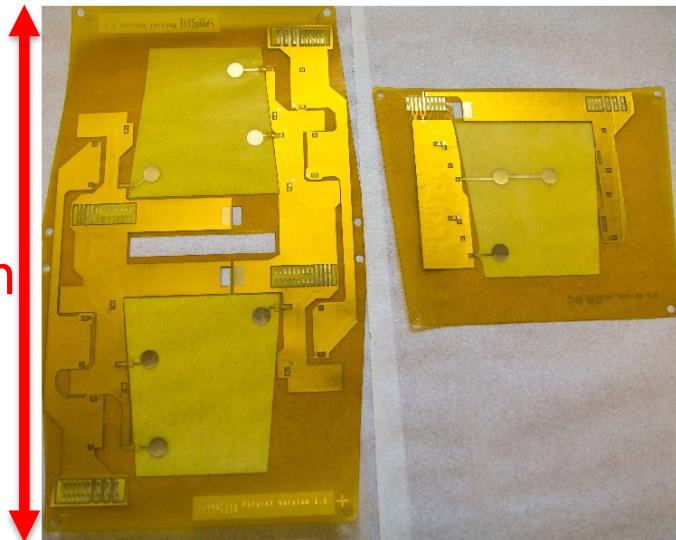
Stack-up de reducido espesor $\sim 185\mu\text{m}$

- Minimizar la masa del detector
- Reducción de la resistencia térmica entre los módulos y el sistema de refrigeración
- Únicamente 2 capas de cobre para datos y distribución de alimentación

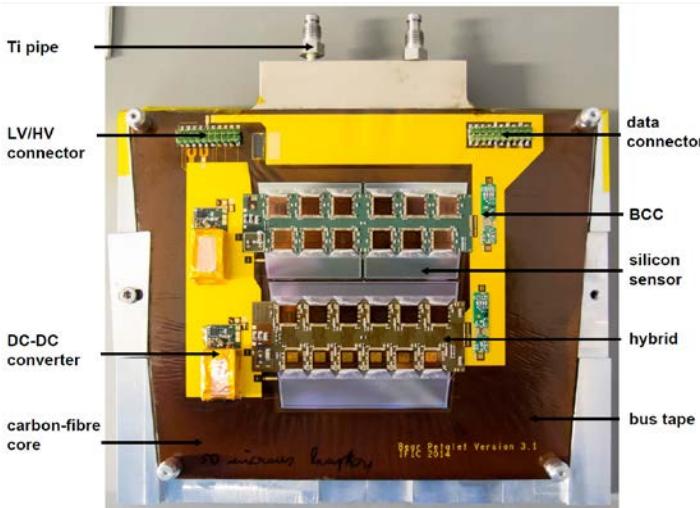


- Conexiones entre módulos se realizan con wirebonds, a través de aperturas en las capa de kapton para acceder a las capas de cobre
 - ↳ Sin vías ni soldaduras
- Diseño de las líneas diferenciales con impedancia de $100\ \Omega$
- Control de la caída de tensión en las líneas de alimentación
 - ↳ Máximo permitido de $1\ \text{V} \rightarrow 200\ \text{mV}$ en plano de referencia y $800\ \text{mV}$ en alimentación
 - ↳ Simulaciones con herramienta de simulación de campos EM ANSYS SIwave
- Distribución y aislamiento de la alta tensión (750V) de acuerdo a la norma IPC-2221

Primeros prototipos del Bustape



Bustape del prototipo Petalet



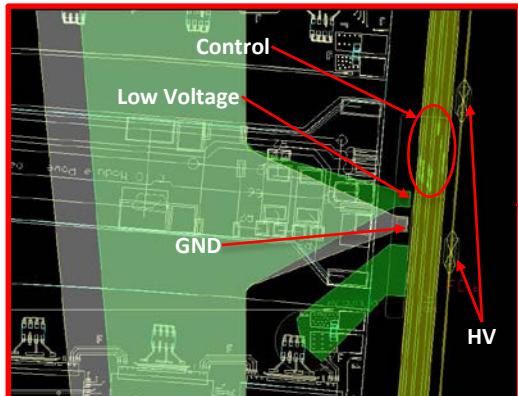
Prototipo Petalet ensamblado



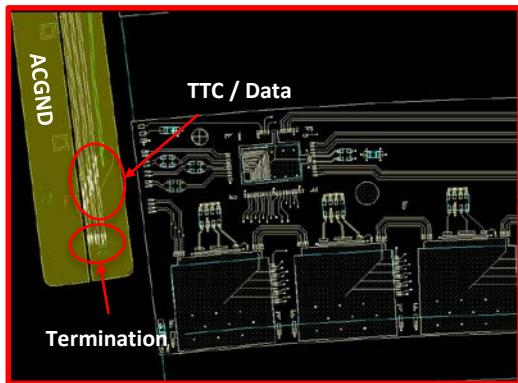
Primer prototipo completo del bustape para 6 módulos

Prototipo final

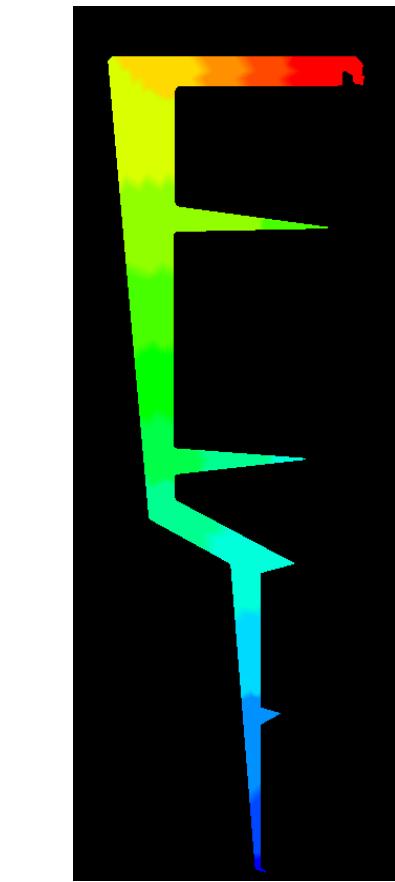
- ✓ IFIC es el responsable del diseño del Bustape para toda la colaboración del ITk
- ✓ 9 de febrero de 2018 fue **aprobado** el PDR (Preliminary Design Review) !
- ✓ Final Design Review, Production Readiness Reviews y producción en 2019



Líneas de alimentación y control



Líneas de datos y TTC



IR drops del plano de alimentación (ANSYS SIwave)