



# Diseño, Integración y Operaciones de un CubeSat (POLITECH-1) para Aplicaciones de Astrofísica y Observación de la Tierra

**V. Boria, L. Caballero, M. Bayarri**

GAM ITEAM-UPV, IFIC CSIC-UV

**Marzo 2024, Alicante**

# Objetivos

El PoliTech-1 es el primer satélite diseñado por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), y será el **primer satélite integrado completamente en la Comunidad Valenciana**. La misión propuesta consiste en un nanosatélite que incluye diferentes cargas útiles, desarrolladas por diversos grupos universitarios de investigación (UPV y Universitat de València, UVEG).

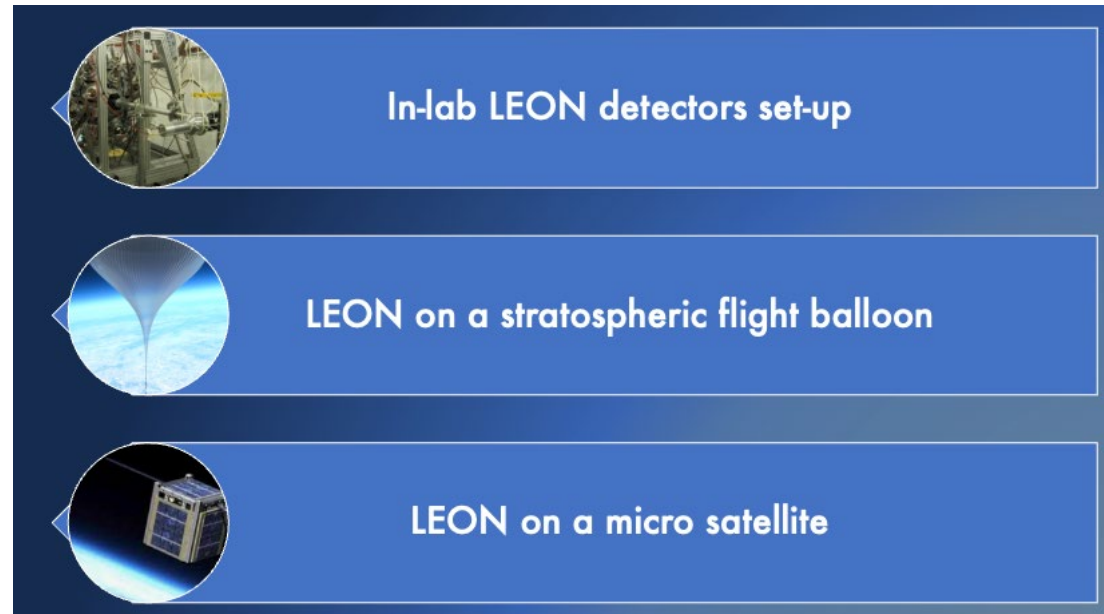
- Diseño, desarrollo y validación de las Cargas Útiles que irán embarcadas en el PoliTech-1
- Diseño, desarrollo, integración y validación de la plataforma PoliTech-1
- Puesta en marcha y operación de la Estación Terrestre de seguimiento satelital
- Diseño y validación de la Misión Espacial



# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



# Cargas Útiles embarcadas

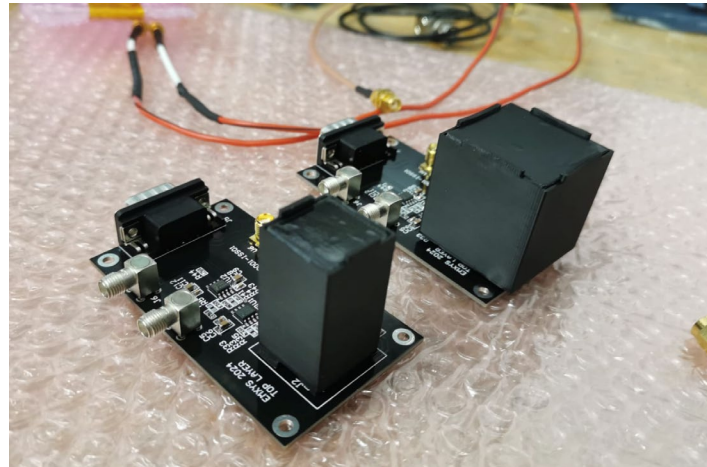
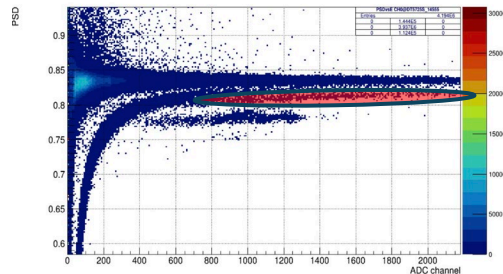
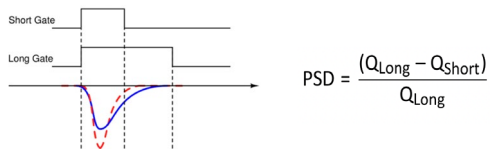
## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



In-lab LEON detectors set-up

### Pulse shape discrimination

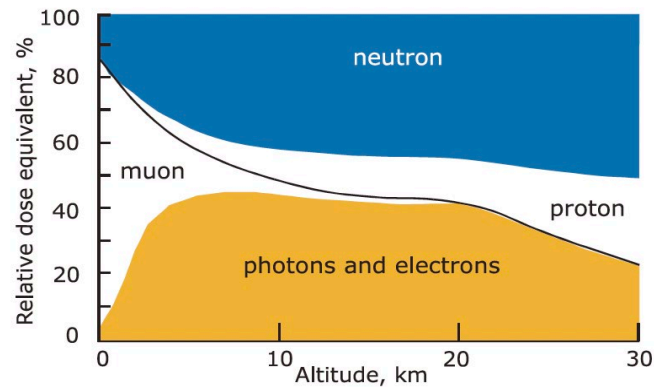
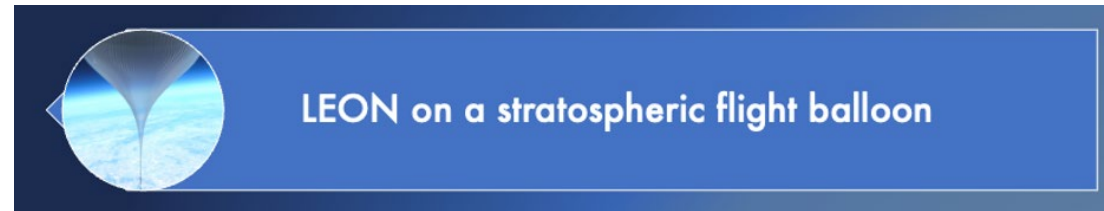


The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.

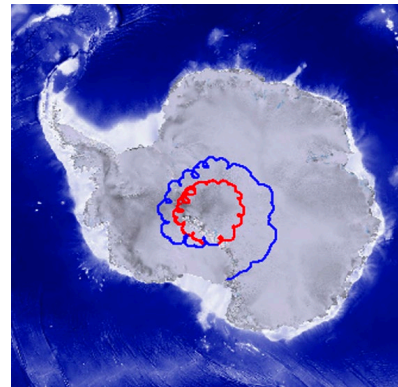
# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

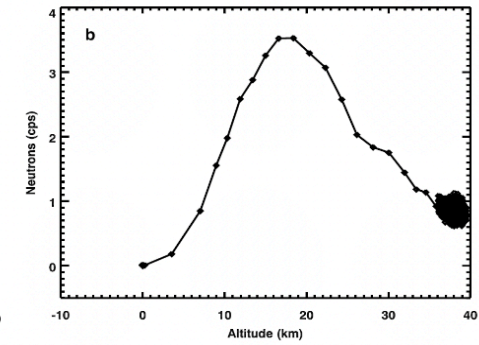
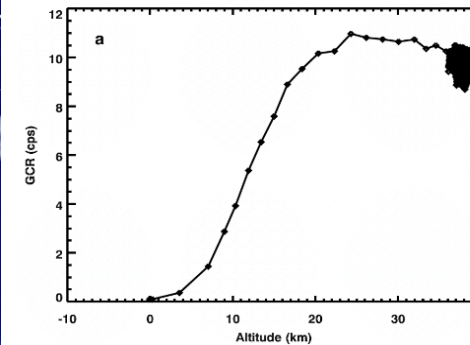
Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



Radiation Protection Dosimetry (2004), Vol. 109, No. 4, pp. 349±355 DOI: 10.1093/rpd/nch311



Near-space operation of compact CsI, CLYC, and CeBr3 sensors: Results from two high-altitude balloon flights  
David J. Lawrence, et al. Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 905 (2018) 33–46



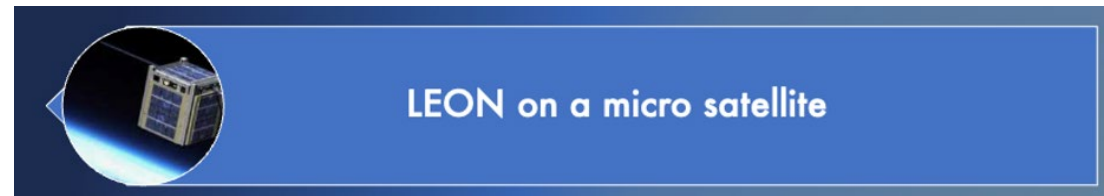
The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



**MISIÓN CIENTÍFICA:** medir la dinámica de los neutrones del albedo terrestre de baja energía en función del nivel de actividad solar, el tiempo, y las coordenadas espaciales del nano-satélite

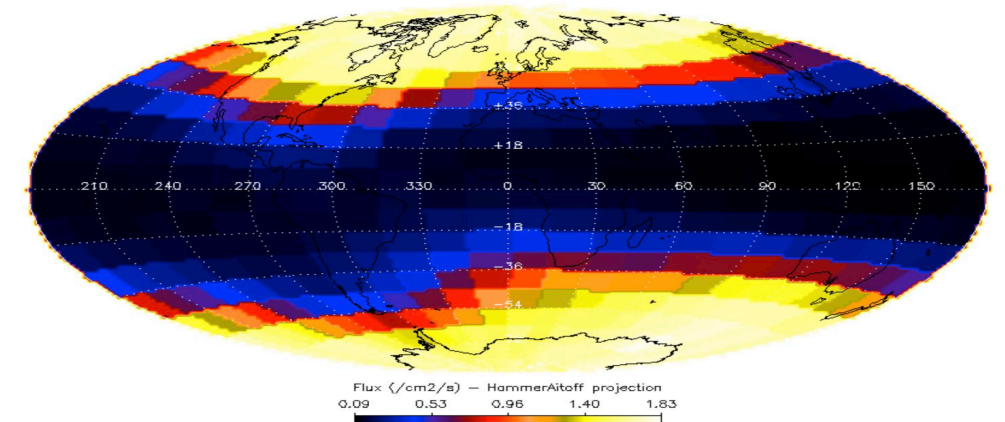
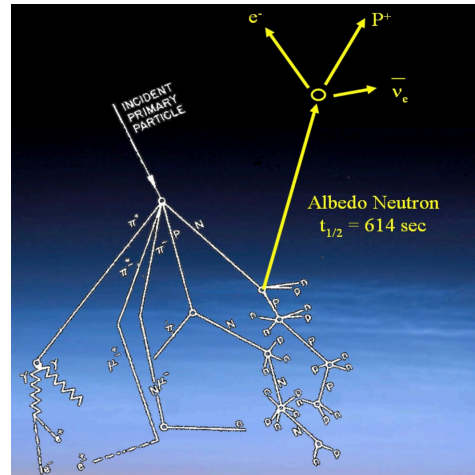


Fig. 3. Map of the albedo neutron flux integrated over the entire energy range (< 1 TeV) and encountered all around the Earth at 75 km, with the IGRF 2005 magnetic field and solar min conditions, where we clearly see higher fluxes in polar regions. The calculation mesh is  $9^\circ \times 15^\circ$ , twice smaller in both directions with respect that of the previous model and delimited by the dotted parallels and meridians.

Natacha Combiar, Arnaud Claret, Philippe Laurent, Vincent Maget, Daniel Boscher, et al.. Improvements of FLUKA Calculation of the Neutron Albedo. IEEE Transactions on Nuclear Science, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017, 64 (1), pp.614-621. f10.1109/TNS.2016.2611019ff. f10.1109/TNS.2016.2611019ff. f10.1109/TNS.2016.2611019ff.



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.

# Cargas Útiles embarcadas

## GEODEYE – Cámara de Observación de la Tierra

Tomar imágenes de un determinado lugar, para observación de cambios temporales (teledetección) y validar enlace RF de alta tasa de datos.

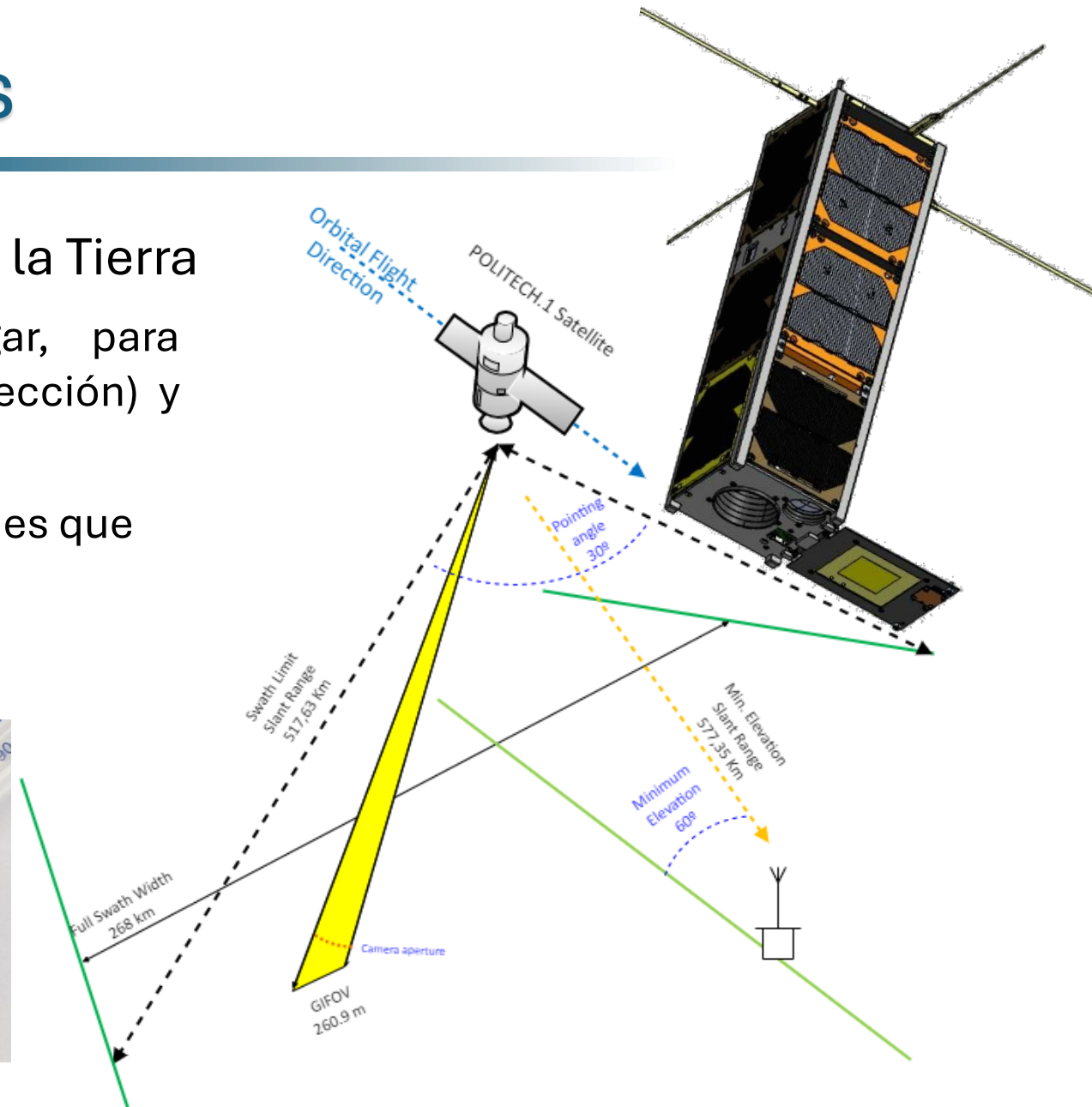
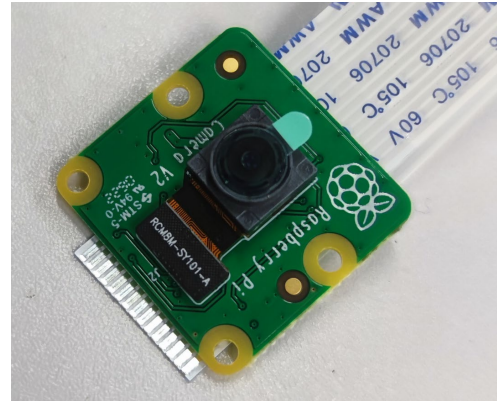
Se están valorando y testeando diversas opciones que cumplen:

- Espectro visible (VIS)
- 2 - 8 Mega Pixels

### Ximea xiX



### ArduCAM Mini camera



# Cargas Útiles embarcadas

## HiDAC – Hight Data C-Band Communication Downlink(5,8 GHz)



### **Banda Base + Transceiver**

Frecuencia central: 5,85 GHz

BW: 100 kHz

Data rate: 2,048 Mbps

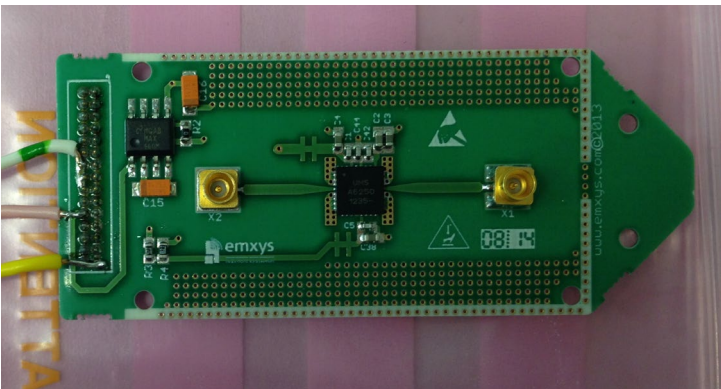
P<sub>out</sub>: 21dBm

Modulación: 2-FSK

Codificación: Turbo codigos + DSSS

Estándar CCSDS

Procesador AMR Cortex M4  
(168MHz, 4kB RAM)



### **Amplificador de Potencia (PA)**

P<sub>out</sub>: 32 dBm (2W)

Problemas de sobrecalentamiento



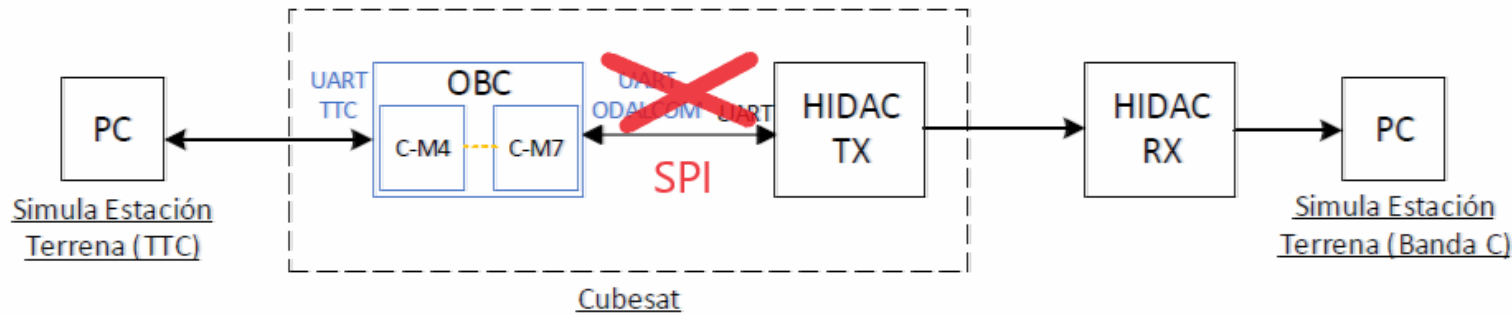
The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



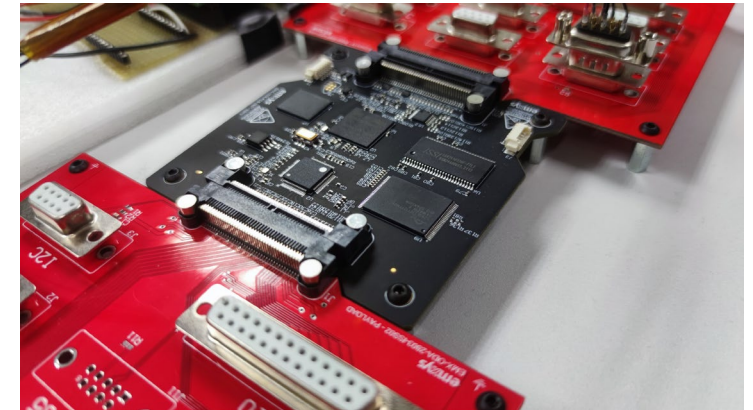
# Cargas Útiles embarcadas

## HiDAC – Hight Data C-Band Communication Downlink(5,8 GHz)

Se está trabajando para sustituir la comunicación entre el HiDAC y el OBC de **UART por SPI** → Mayor tasa binaria



OBC (On-Board Computer)



Líneas futuras:

- Trasladar la **codificación al OBC** → agilizar procesamiento de datos
- **Rediseño de la Banda Base** del HiDAC (mayor capacidad de procesamiento)
- Validar soluciones de **disipación térmica del PA** en condiciones de espacio

# Cargas Útiles embarcadas

## Pruebas de Vuelo en Globo Estratosférico

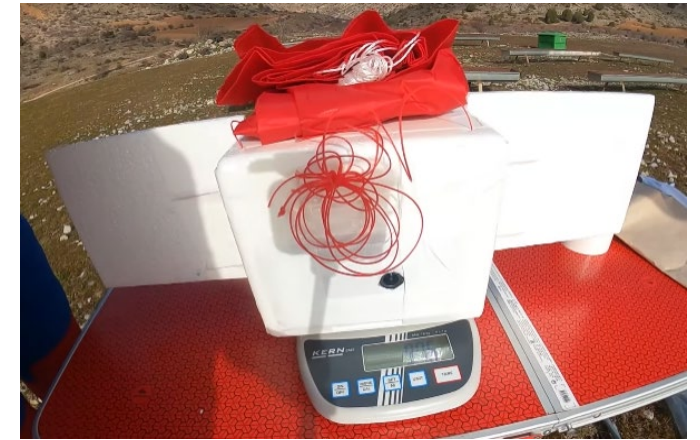


Altitud máxima: 36 km

Tiempo de vuelo aproximado: 3h

Experimentos embarcados:

- Sensores: temperatura, luminosidad-radiación, gases, humedad, presión, IMU (*Inertial Measurement Unit*)
- Enlaces de radio (433 MHz y 868 MHz)
- Cámara de video embarcada
- GPS satelital y rastreador de telefonía móvil



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria de Educació,  
Universitats i Empreu

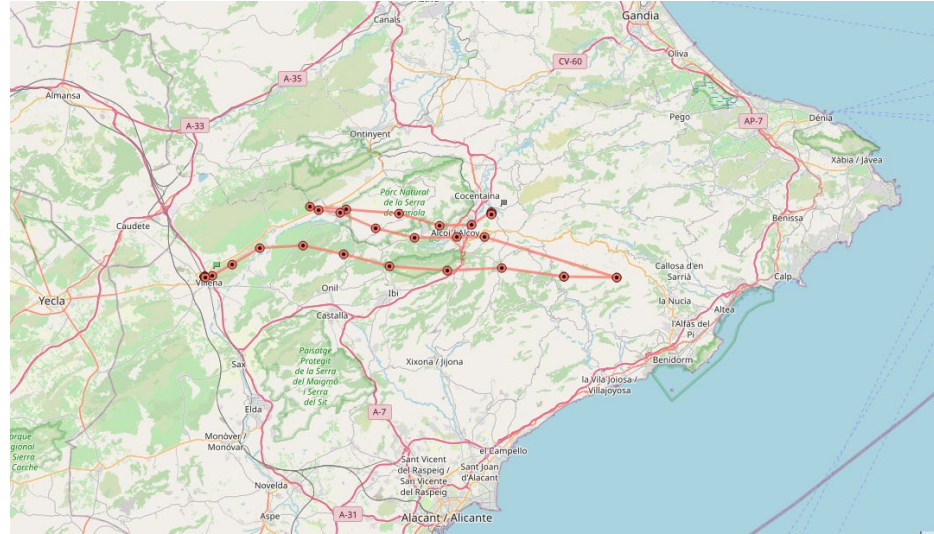




# Cargas Útiles embarcadas

## Pruebas de Vuelo en Globo Estratosférico

Hasta 3 lanzamientos: todos con recuperación exitosa (sistemas embarcados)



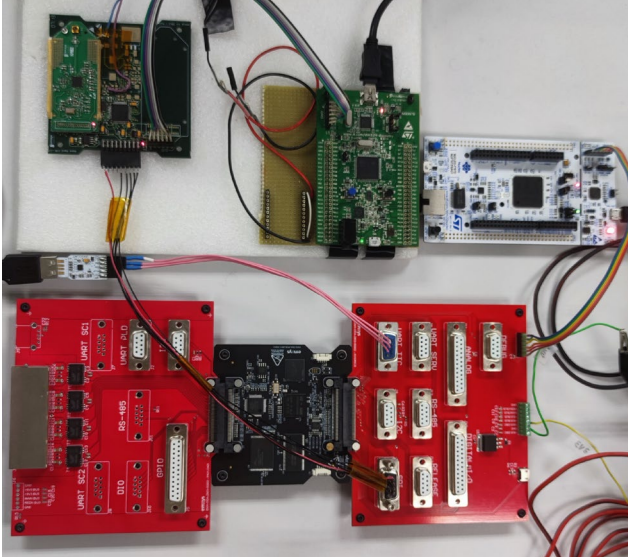
Líneas futuras: se esperan más lanzamientos para probar enlace las distintas cargas útiles del POLITECH-1:

- Captación de imágenes con la cámara adquirida (**GEODEYE**),
- Envío de estas imágenes mediante la Banda C (**HiDAC**) en vuelo,
- Captación de datos por el detector compacto de neutrones (**LEON**)

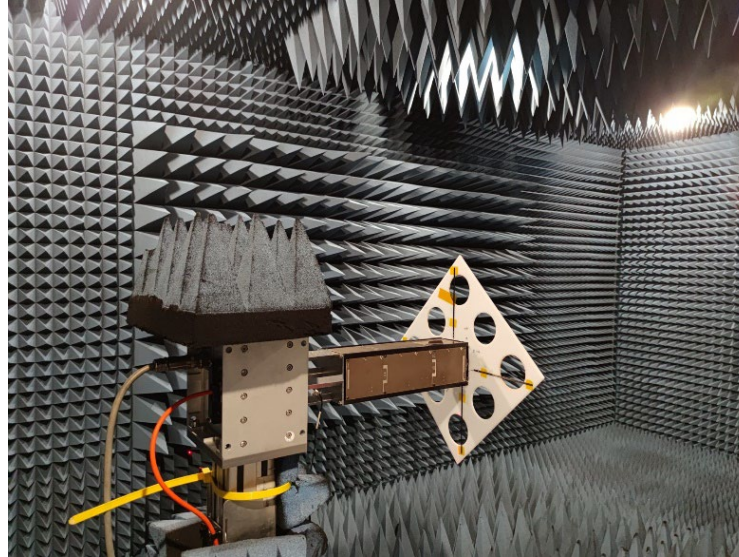
# Plataforma CubeSat

- **OBC** – Comunicación con las cargas útiles (HiDAC)
- **TTC** – Medidas en Cámara anecoica antenas desplegadas UHF / VHF
- **ADCS** – Magnetorquer de 3-ejes + IMU (Inertial Measurement Unit)
- **Paneles solares y estructura base** – comprada y testeada

Interconexión OBC + HiDAC



Medida antenas TTC y Estructura en cámara anecoica



Sistema ADCS





# Estación Terrestre de seguimiento satelital

## Montaje Hardware finalizado y Estación Terrestre completamente funcional



Antenas: Parabólica en banda C, 2 Yagis (pol. circular) VHF y UHF  
Rotor seguimiento en 3 ejes

- Prueba ARISS-SSTV (Oct. 2023): Decodificación imágenes



- Prueba ARISS-EU (Feb. 2023): Contacto con la ISS



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



# Estación Terrestre de seguimiento satelital

## Líneas futuras:

- Validar su funcionamiento con telemetría de nanosatélites en órbita
- Sustituir emisoras hardware por equipo SDR (Software Define Radio)

ICOM 9700



LimeSDR + Raspberry Pi 4

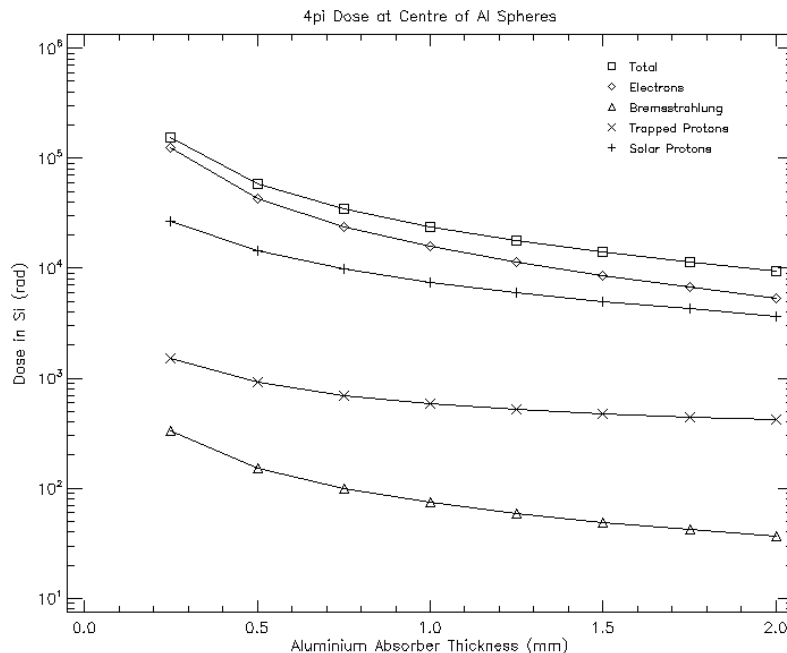




# Misión Espacial

## Órbita objetivo:

- **400 km:** mejor zona detección neutrones y menores pérdidas enlace comunicaciones
- **Helio-síncrona:** mejor observación de la Tierra, siempre con las mismas condiciones de luz en nuestra zona de interés
- **Quasi-polar:** cubrimos todo el globo



Más opciones a 500 km de altura orbital

Simulación SPENVIS flujo protones y electrones a

3 años en 500 km – Buenos resultados



# Equipo Investigador

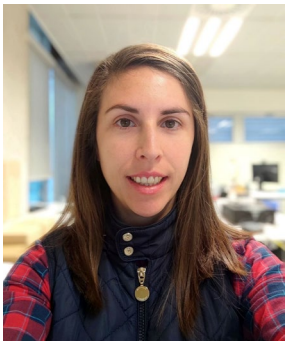
## Equipo GAM ITEAM – UPV:



Vicente E. Boria  
(IP1 del proyecto)



Ana Vidal  
(Estación Terrena)



Maria Bayarri  
(carga útil GEODEYE, Integración  
POLITECH-1 y Gestión)



Francisco Giménez  
(carga útil HiDAC)

## Equipo IFIC CSIC – UV:



Luis Caballero  
(IP2 del proyecto)



Enrique Nacher  
(carga útil LEON)



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU

