



INFORME CDR (Critical Design Review)

- **Nombre del Equipo:** Las locas del espacio
- **Centro Educativo:** IES Juana de Castilla
- **Localidad:** Madrid
- **Provincia:** Madrid
- **Comunidad Autónoma:** Comunidad de Madrid
- **Mentor:** Carolina Rubio Clavijo (crubioclavijo@educa.madrid.org)
- **Curso:** 1º de Bachillerato
- **Integrantes: 0 alumnas y 7 alumnos.**
 - Manuel Martínez Pajares
 - Abraham Cepeda Ganaza
 - Denis Mihai Plocon
 - Yassir Mrabet Egalla
 - Iker Fernando Garcés Reyes
 - Daniel Romero García
 - Vicente Augusto Molina González de la Vega

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal es diseñar y lanzar un CanSat que mida temperatura y presión atmosférica (misión primaria). Nuestra misión secundaria, inspirada en el invernadero de nuestro centro, busca estudiar la viabilidad del transporte de semillas de leguminosas a otros planetas. Monitorizamos la humedad relativa y del sustrato para garantizar que las semillas no sufran deshidratación ni exceso de humedad (riesgo de hongos) durante el estrés del lanzamiento.

2. ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO

La distribución de tareas del equipo "Las locas del espacio" es la siguiente:

- **Manuel Martínez Pajares y Abraham Cepeda Ganaza:** Gestión y coordinación.
- **Denis Mihai Plocón y Yassir Mrabet Egalla:** Programación y sensores.
- **Iker Fernando Garcés Reyes:** Hardware y electrónica.
- **Vicente Augusto Molina González de la Vega:** Diseño 3D y estructura.
- **Daniel Romero García:** Sistema de recuperación (paracaídas).



3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CANSAT

3.1. Misión Primaria

- **Objetivos:** De acuerdo con las bases oficiales de la competición CanSat, la misión primaria de nuestro satélite consistirá en la **medición de la temperatura del aire y la presión atmosférica durante todo el descenso**, desde el momento de la separación del cohete hasta el aterrizaje.
- Para ello, el CanSat incorporará sensores específicos de temperatura y presión calibrados previamente, con el fin de garantizar la precisión y fiabilidad de los datos obtenidos. La presión atmosférica registrada permitirá, además, calcular la altitud en función del tiempo mediante modelos atmosféricos estándar, lo que nos proporcionará información adicional sobre el perfil vertical del descenso.
- Los datos recogidos serán procesados en tiempo real por el microcontrolador a bordo y **transmitidos por telemetría a la estación de tierra con una frecuencia mínima de una vez por segundo (≥ 1 Hz)**, cumpliendo así los requisitos de la competición. Esta transmisión continua permitirá monitorizar en directo el comportamiento del CanSat y verificar el correcto funcionamiento de los sistemas electrónicos y de comunicación.

Posteriormente, los datos almacenados serán analizados para:

- Estudiar la variación de la temperatura con la altitud.
- Analizar la relación entre presión y altura durante el descenso.
- Comparar los resultados experimentales con los modelos teóricos de la atmósfera.
- Evaluar la estabilidad y velocidad de descenso del sistema.

En definitiva, la misión primaria no solo cumple con los requisitos establecidos, sino que también nos permitirá obtener un conjunto de datos científicos relevantes para comprender el comportamiento de las variables atmosféricas en función de la altitud

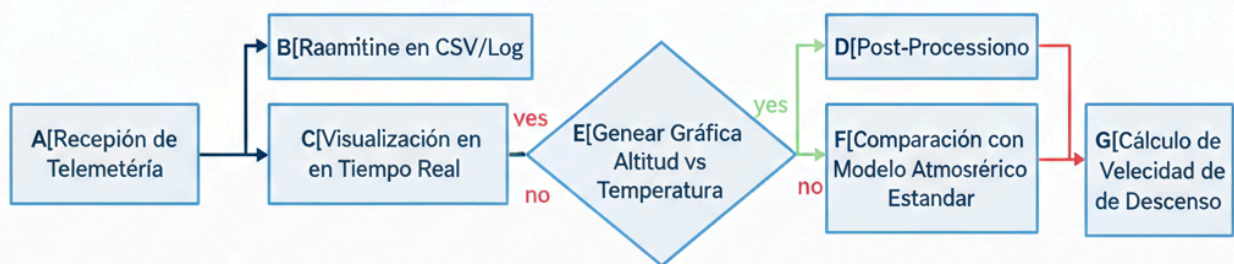
Hardware:

- Sensor: BMP280.
- Microcontrolador: ESP32
- Módulo de Radio: LoRaWAN
- Sensor de humedad: DHT11 (dentro del CanSat)

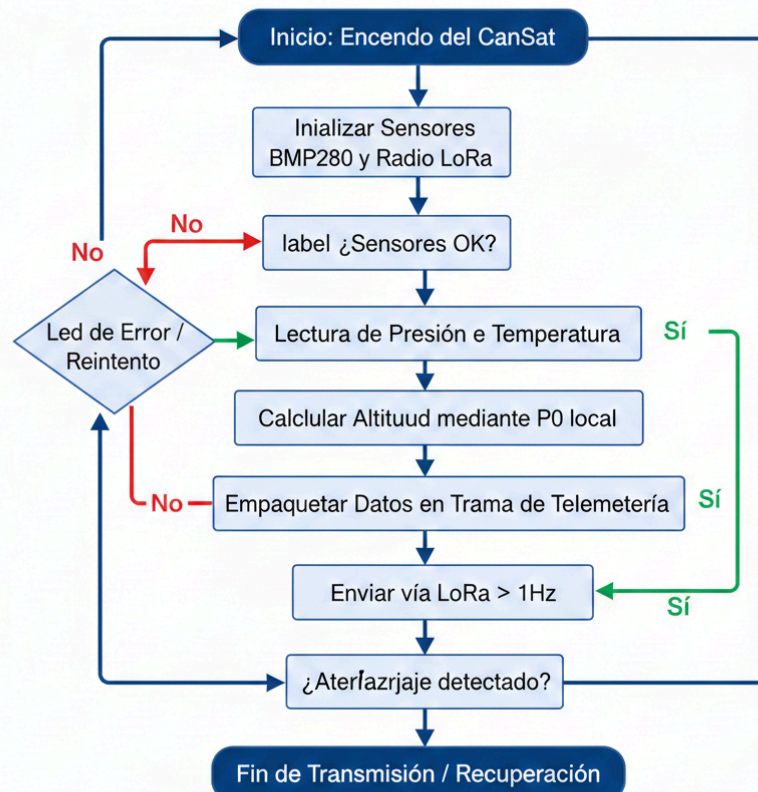
- Sensor de humedad capacitivo V2.0 (en la estación de tierra)
- Placa Arduino UNO
- GPS

Software: programado en C + + usando Arduino IDE.

Misión Primaria: Processonto de Datos en Tierra



Misión Primaria: Lógica del Microcontrolator (ESP32)





3.2.Misión Secundaria

- **Objetivos:** Nuestra misión nace del compromiso de nuestro centro con la sostenibilidad y la investigación botánica, inspirada en el invernadero experimental del instituto. El objetivo es evaluar la viabilidad de enviar semillas a otro planeta (como Marte) manteniendo las condiciones óptimas para su futura plantación.

Nos centraremos en el **control de la humedad**, factor crítico para la supervivencia de las semillas (especialmente legumbres). Sabemos que:

- Una humedad excesiva favorece la aparición de hongos y asfixia.
- Una falta de humedad impide la inhibición y deshidrata la semilla.
- Durante el almacenamiento y transporte, niveles de humedad superiores al 15-20% pueden activar la respiración celular prematuramente, reduciendo la viabilidad.

a. Pregunta a la que queremos dar respuesta: ¿Es posible monitorizar y garantizar que las condiciones de humedad (ambiental y del sustrato) se mantengan dentro de los rangos seguros para la viabilidad de semillas de legumbre durante las condiciones de estrés de un lanzamiento y descenso atmosférico?

Para responder a esta pregunta necesitamos saber cuál va a ser el cambio de humedad, y lo sabremos tras esta misión.

- **Hipótesis:** Las semillas al descender y al ser atravesadas por el aire finalmente se secarán ligeramente, reduciendo su humedad. De esta forma no se activará la respiración celular prematura, manteniendo así la viabilidad de las semillas para ser plantadas.

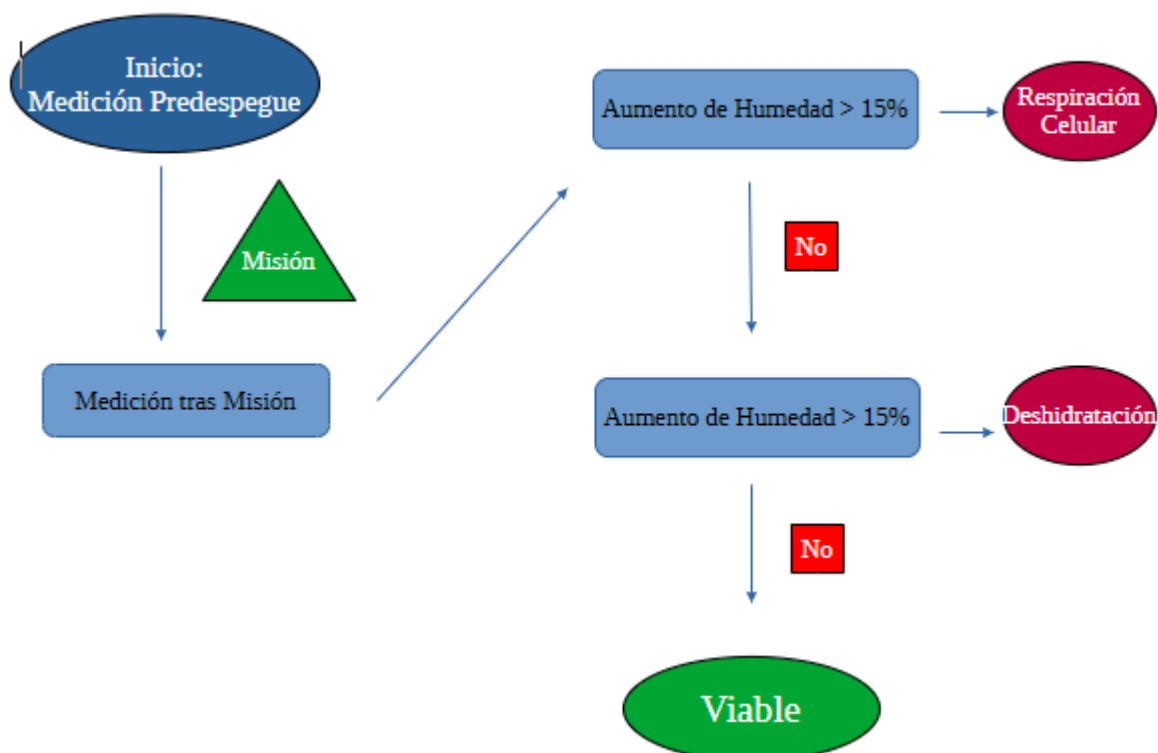
b. Propósito y objetivos específicos:

1. **Monitorización ambiental:** Medir la humedad relativa y de la semilla utilizando un **sensor capacitivo de humedad V1.2**, elegido por su precisión y fiabilidad.
 2. **Validación de transporte:** Verificar si, durante el vuelo, la humedad se mantiene en rangos que eviten tanto la deshidratación como la activación prematura (germinación no deseada) o proliferación fúngica.
 3. **Prospección marciana:** Simular si un sistema de transporte de semillas a Marte podría mantener la "calma biológica" de las semillas hasta su llegada.
- **Hardware:** Sensor capacitivo de humedad del suelo V2.0 y placa Arduino UNO (estación de tierra)
 - **Software:** Arduino IDE
 - **Recepción de datos:** Los datos de humedad se van a obtener en la estación tierra cuando el CanSat aterrice.

Misión Secundaria: Validación Científica Post-Vuelo



Diagrama de Flujo: Misión Secundaria



3.3. Diseño Mecánico

3.3.1. Estructura y Antena

- **Diseño 3D:** Hemos diseñado una estructura cilíndrica impresa en 3D. Cuenta con compartimentos ventilados para el sensor de temperatura y una cámara aislada para las semillas.
- **Antena:** En nuestro proyecto CanSat hemos utilizado el módulo LoRa, programando tanto el transmisor como el receptor con SteamBlockMakers, configurando la misma frecuencia y parámetros de comunicación en ambos para asegurar que los datos se envíen y se reciban correctamente durante toda la misión. Esta es una antena de 1/4 de onda (8.2 cm)

3.3.2. Paracaídas

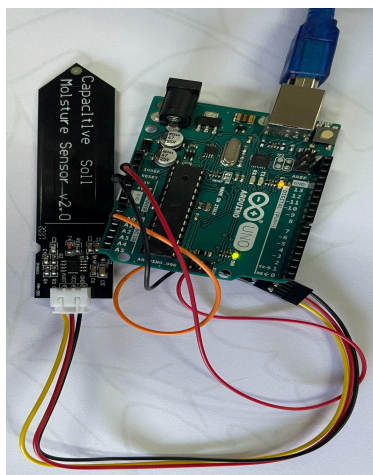
- **Diseño:** Paracaídas de forma octogonal y diseño hemisférico.
- **Materiales:** Tela de nailon ripstop y líneas de suspensión de cordino de 2 mm.
- **Dimensiones:** El diámetro calculado es de 36 centímetros para lograr una velocidad de descenso de 8.8m/s con 1.5 hemisféricos.
- **Pruebas:** Se realizaron pruebas de lanzamiento a mano desde una ventana a 12m de la superficie verificando su apertura correcta.

3.4. Esquema Eléctrico

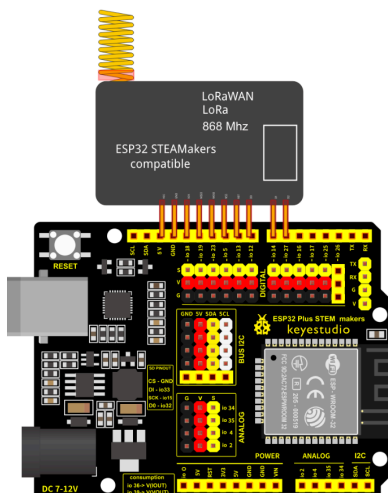
- **Alimentación:** Batería de tipo **Li-ion** conectada a un regulador de voltaje.



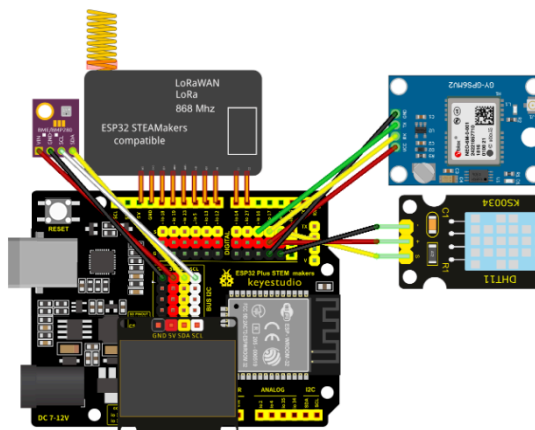
- **Sensor de humedad de las semillas con arduino UNO**



- **Receptor con el Lora.**



- **Emisor de señal (el cual va en el interior del CanSat) con el sensor de humedad y temperatura BMP 280, el gps y el LoRaWAN. Además, se añadió un zumbador.**



4. PLANIFICACIÓN

- **Recursos Humanos:** 7 alumnos con una dedicación aproximada de 4 horas semanales.
- **Presupuesto:** El coste total de materiales ha sido de 440€.

<i>Presupuesto Detallado Estimado</i>			
Componente	Descripción	Cantidad	Precio Total Est.
Microcontrolador ESP32	Placa principal con Wi-Fi/Bluetooth	2 unidades	20
Módulo Radio LoRa	Transmisor y receptor (868 MHz)	2 unidades	35
Sensor BMP280	Sensor de presión y temperatura	2 unidades	10
Sensor Humedad Capacitivo	Sensor resistente a la corrosión v1.2	2 unidades	12
Sensor DHT11	Sensor de humedad ambiental interna	1 unidad	5
Batería Li-ion 3.7V	Batería de polímero de litio (LiPo)	2 unidades	25
Elevador de tensión (Step-up)	Módulo para pasar de 3.7V a 5V	2 unidades	8
Filamento Impresión 3D	Bobina de PLA o PETG (aprox. 1kg)	1 unidad	25
Material Paracaídas	Tela nailon ripstop y cordino 2mm	1 kit	20
Electrónica Auxiliar	Cables, interruptores, placas de prototipado	-	30
Herramientas y Repuestos	Soldador, estaño, tornillería y piezas extra	-	250
TOTAL			440

- Enlace a página web dónde aparece el programa y organización de tareas con reuniones semanales dónde organizamos las tareas pendientes y nos informábamos de avances : <https://freedcamp.com/view/3707021/calendar>

Day	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
01	02	03 Definir c...	04 Constru...	05 Crear y ...	06 Conecta...	07
08	09 Soldar L...	10 Localiza...	11 Redacta...	12	13 Diseño ...	14
15	16	17	18 REUNIÓN SE...	19	20 PDR	21
22	23 Constru...	24	25 REUNIÓN SE...	26	27	28

- **Pruebas realizadas:**

1. Test de sensores bmp280, en la mesa.
2. Prueba de alcance y transmisión de radio en el instituto: hemos utilizado dos tipos de sistemas de comunicaciones (LoRa, APC220) y tras varias pruebas elegimos el LoRa por su alcance en la transmisión y fiabilidad.
3. Prueba de resistencia de la estructura 3D y prueba del paracaídas en un edificio alto cerca del instituto:

<i>Registro</i>									
Nº de Lanzamiento	Paracaídas	Tiempo	Peso	Estabilidad	Velocidad	Viento	Temperatura	Desplazamiento lateral	Altura
1º	Azul	4,6s	341g	3º	9.5m/s	sin viento	18°C	6m	44,5m
2º	Verde	5s	357g	2º	8.8m/s	sin viento	18°C	4m	44,5m
3º	Verde	5s	353g (CanSat)	2º	8.8m/s	sin viento	18°C	4m	44,5m
4º	Rojo	4,9s	357g	1º	8.8m/s	sin viento	18°C	2m	44,5m

4. Prueba de la medición de la humedad de las lentejas en seco y con humedad.
5. Pruebas para determinar la cantidad mínima de lentejas necesarias para obtener una medición correcta utilizando el sensor de humedad.

- **Riesgos:**

<i>Análisis de riesgos y mitigación</i>			
Riesgo	Probabilidad	Impacto	Medida de mitigación / Plan B
Fallo en la apertura del paracaídas	Baja	Crítico	Inspección de las líneas de suspensión antes del cierre y uso de talco para evitar que el nailon se pegue .
Pérdida de señal LoRa	Media	Alto	Uso de una antena monopolo de 1/4 de onda ajustada a 8.2 cm y monitorización de la potencia de señal (RSSI) en tiempo real.
Desconexión de batería por impacto	Baja	Crítico	Asegurar los conectores con adhesivo térmico o bridas y usar espuma de protección interna .
Saturación o fallo del sensor BMP280	Baja	Alto	Implementar un sistema de reinicio del bus I2C en el código si no se detecta respuesta del sensor.
Activación prematura de semillas	Media	Medio	Sellado hermético del compartimento de semillas y uso de gel de sílice para controlar la humedad previa al lanzamiento .
Rotura de la estructura 3D al aterrizar	Media	Bajo	Diseño de nervios de refuerzo en la base y uso de materiales con mayor resistencia al impacto como el PETG .
Batería insuficiente	baja	alto	Llevar varios repuestos de batería para intercambiarlos.
Daño de la tarjeta electrónica por impacto de la plomada durante el trayecto	alta	alto	Fijar la plomada a la carcasa para evitar el posible choque.



5. DIFUSIÓN

- Hemos difundido el proyecto a través del Aula virtual, la página web del instituto y el Instagram oficial del instituto([@iesjuanadecastilla](https://www.instagram.com/iesjuanadecastilla)).

6. BIBLIOGRAFÍA

Normativa y Guías Oficiales:

- ESERO España. (2025). Guía de la competición CanSat España 2025-2026.
- Comunidad de Madrid. (2025). Bases específicas y criterios de evaluación del desafío CanSat Madrid.

Documentación Técnica de Componentes:

- Bosch Sensortec. Datasheet del sensor de presión y temperatura **BMP280**.
- Espressif Systems. **ESP32** Technical Reference Manual y especificaciones de hardware.
- DFRobot. Manual de usuario y calibración del **Sensor Capacitivo de Humedad v1.2**.
- Semtech Corporation. Especificaciones técnicas de la modulación **LoRa** para radiofrecuencia.

Software y Librerías:

- Arduino. Referencia de lenguaje y protocolos de comunicación **I2C y SPI**.
- Adafruit Industries. Documentación técnica de la librería **Adafruit BMP280**.
- Sandeep Mistry. Documentación de la librería **LoRa.h** para Arduino IDE.

Recursos de Diseño y Educación:

- "Democratizando CanSat II": Guía técnica para el diseño de misiones espaciales escolares.
- ESERO Spain. Metodología para el cálculo de paracaídas y velocidad de descenso terminal.