



AEVAH · AGENCIA ESPACIAL VALLE ALTO HENARES

AEVAH · MISIÓN ESTRATOSFERA

Misión Estratosfera · Curso 2026/2027

CRA La Encina · CEIP Romualdo de Toledo · IES Valle del Henares
Mancomunidad Valle del Alto Henares · Guadalajara

00_PROYECTO_MAESTRO.md

AEVAH · MISIÓN ESTRATOSFERA

Lanzamiento de un globo sonda estratosférico escolar como vehículo de aprendizaje STEAM, cohesión rural y ciencia ciudadana

Agencia / identidad del proyecto: AEVAH — Agencia Espacial Valle Alto Henares **Promotor:** CRA La Encina (Guadalajara) y centros educativos de Jadraque **Ámbito territorial:** Cogolludo, Carrascosa de Henares, Hita, Espinosa de Henares y Jadraque **Curso académico:** 2026/2027 **Versión documental:** 1.0 — 2026-05-18

ÍNDICE

1. Resumen ejecutivo
2. Memoria justificativa
3. Objetivos del proyecto
4. Descripción técnica del lanzamiento
5. Alternativas técnicas
6. Experimentos por niveles educativos
7. Cámara e imagen
8. Normativa, permisos y trámites
9. Lugares ideales de lanzamiento
10. Fechas recomendadas
11. Seguridad y riesgos
12. Plan de trabajo
13. Organización y gobernanza
14. Presupuesto
15. Financiación
16. Impacto esperado
17. Comunicación y difusión
18. Protección de menores y datos
19. Sostenibilidad

Los **Anexos documentales** se publican en `ANEXOS_DOCUMENTALES.md` y la **presentación PPT** en `PRESENTACION_PPT.md`.

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Identificación

- **Nombre del proyecto:** MISIÓN ESTRATOSFERA *De las aulas a la estratosfera*

- **Agencia / marca: AEVAH — Agencia Espacial Valle Alto Henares** (identidad común del proyecto, con logotipo tipo *meatball* inspirado en la estética de las agencias espaciales).
- **Tipo:** Proyecto educativo STEAM intercentros con lanzamiento real de un globo sonda estratosférico (HAB, *High Altitude Balloon*).
- **Curso:** 2026/2027 (preparación) — lanzamiento previsto entre marzo y junio de 2027.
- **Ámbito:** Provincia de Guadalajara, comarca del Alto Henares / La Campiña.

1.2 Centros participantes

Nombres pendientes de confirmación oficial con la Delegación Provincial de Educación de Guadalajara y el propio CRA. **[VERIFICAR]**

- CRA La Encina, con sus aulas / sedes en:
 - Cogolludo
 - Carrasposa de Henares
 - Hita
 - Espinosa de Henares
 - Centros de Jadraque:
 - CEIP (centro de Primaria de Jadraque) **[VERIFICAR nombre oficial: posiblemente CEIP "Cardenal Mendoza" o denominación vigente]**
 - IES de Jadraque **[VERIFICAR nombre oficial]**

1.3 Entidades colaboradoras previstas

- Ayuntamientos de Cogolludo, Carrasposa de Henares, Hita, Espinosa de Henares y Jadraque.
- Mancomunidad comarcal **[VERIFICAR denominación oficial — el promotor cita "Mancomunidad Valle del Alto Henares"; existe una "Mancomunidad de Municipios Serranía de Guadalajara" y otras agrupaciones. Confirmar denominación y municipios integrantes en el Registro de Entidades Locales del Ministerio de Política Territorial]**.
- Diputación Provincial de Guadalajara (Áreas de Educación, Cultura, Despoblamiento, Innovación).
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (Consejería de Educación, Cultura y Deportes; Consejería de Desarrollo Sostenible).
- AMPAs de los centros.
- Posibles patrocinadores tecnológicos y locales.

1.4 Objetivos sintetizados

- **Educativo:** experiencia STEAM intercentros con impacto medible en competencias científica, matemática, digital, comunicativa y ciudadana.
- **Científico:** registrar perfiles verticales reales de temperatura, presión, humedad, radiación UV y altitud hasta la estratosfera baja (~28-33 km).
- **Territorial:** generar un hito vertebrador para el medio rural del Alto Henares, con valor mediático y reputacional.
- **Social:** implicar a familias, ayuntamientos e instituciones en un proyecto común.

pendiente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

1.5 Resultado esperado

1. Un lanzamiento real, con autorización de AESA y notificación NOTAM, recuperación de la carga útil y obtención de datos científicos.
2. Una serie de vídeos editados de cada fase del vuelo y la jornada.
3. Un dataset abierto publicado en la web del proyecto.
4. Una exposición itinerante por los centros y los ayuntamientos.
5. Una memoria final con valor curricular reutilizable.

1.6 Presupuesto y financiación (síntesis)

Versión revisada a mínimos. Detalle por capas en `06_PRESUPUESTO_PROVEEDORES_DETALLADO.md`.

Escenario	Coste total	Filosofía
0 – Mínimo Viable (MV)	~ 1.650 €	Irrenunciables legales, técnicos y aseguradores. Producción 100% interna. Ejecutable solo con financiación municipal + AMPA + pequeño patrocinio local.
1 – Ajustado	~ 3.300 €	MV + refuerzos modestos (cámara mejor, sensores extra, material aula, catering ligero, seguro ampliado).
2 – Recomendado con cofinanciación	~ 6.500 €	Ajustado + producción audiovisual + tutor científico + identidad profesional + transporte intercentros + exposición itinerante.

Decisión recomendada al comité: aprobar el **Mínimo Viable como compromiso firme**, y escalar a Ajustado o Recomendado **solo si Diputación / JCCM / FECYT confirman aportaciones**. El proyecto **no depende** de subvenciones grandes para existir.

1.7 Calendario resumido

- **Septiembre-Octubre 2026:** aprobación institucional y constitución del comité.
- **Octubre-Diciembre 2026:** diseño pedagógico y técnico, captación de fondos.
- **Enero-Febrero 2027:** compras, talleres en aula y pruebas de subsistemas.
- **Marzo 2027:** tramitación final de permisos AESA.
- **Abril-Mayo 2027 (ventana primaria):** lanzamiento.
- **Junio 2027:** análisis, exposición y memoria final.

1.8 Necesidades de financiación

Para escenario base (Mínimo Viable, 1.650 €):

- Mancomunidad **Valle del Alto Henares** (Cogolludo, Espinosa de Henares, Jadraque): ~30%
- Ayuntamientos (los 3 anteriores + bilateralmente Hita y Carrascosa de Henares): ~30%
- AMPAs / cooperativa escolar: ~15%
- Patrocinio privado local (3-5 empresas): ~18%
- Recursos propios del centro: ~6-7%

Recursos propios del centro - expediente de proyecto - documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

Refuerzos adicionales (para alcanzar escenarios 1 y 2): Diputación de Guadalajara, JCCM (Reto Demográfico, Innovación Educativa), FECYT.

Argumentario y líneas concretas en sección 15 del documento maestro y en

06_PRESUPUESTO_PROVEEDORES_DETALLADO.md y 09_EVALUACION_INCLUSION_SOSTENIBILIDAD.md .

2. MEMORIA JUSTIFICATIVA

2.1 Contexto rural y educativo

Los CRA (Colegios Rurales Agrupados) son una figura jurídica específica de la escuela rural española que agrupa varios centros pequeños bajo una misma dirección, claustro y proyecto educativo. El CRA La Encina aglutina aulas en localidades pequeñas con elevado riesgo de despoblamiento, distribuidas en una comarca con vínculos económicos, sociales e identitarios reconocibles: el Alto Henares y la Campiña de Guadalajara.

Esta dispersión genera ventajas (cercanía, ratios reducidas, contacto con el entorno natural) y desafíos (acceso a recursos especializados, sentimiento de aislamiento del alumnado respecto a la oferta cultural urbana). Los proyectos vertebradores compartidos son una herramienta de equidad educativa, cohesión territorial y atracción de población joven a estos municipios.

La incorporación del IES de Jadraque al proyecto refuerza el **itinerario educativo** del alumnado, permitiendo que los niños que cursan Infantil y Primaria en las localidades del CRA se reconozcan en un proyecto común con su futuro instituto, generando expectativas positivas sobre la continuidad educativa en la propia comarca.

2.2 Valor para los alumnos

Un globo sonda estratosférico es un proyecto técnicamente accesible y educativamente espectacular: permite que alumnado de 3 a 18 años aporte algo concreto y vea cómo su trabajo "vuela" hasta el borde del espacio. La fuerza emocional del lanzamiento, la espera durante el vuelo y la recuperación posterior produce un anclaje memorístico de los conceptos que ningún libro de texto iguala.

Aporta:

- **Aprendizaje basado en proyectos (ABP)** real, con producto final tangible.
- **Aprendizaje-servicio**, porque el resultado se comparte con la comunidad y se publican datos abiertos.
- **Trabajo cooperativo intercentros** entre alumnado de distintas edades y pueblos.
- **Vinculación con el entorno**: la trayectoria del globo y el lugar de recuperación es siempre la propia comarca o su entorno cercano.
- **Vocaciones STEAM**, especialmente entre el alumnado femenino y rural, demográficamente infrarrepresentado en estudios técnicos.

2.3 Valor para los municipios

- **Identidad comarcal compartida** materializada en un hito común.
- **Hito mediático**: los lanzamientos escolares de globos sonda generan recurrentemente cobertura en prensa autonómica y nacional.

- **Atracción de pobladores:** las familias jóvenes valoran que la escuela rural haga proyectos punteros.
- **Reutilización institucional:** ayuntamientos y mancomunidad pueden integrar el proyecto en su narrativa de innovación y lucha contra la despoblación.
- **Activación turística no estacional:** ferias de ciencia, exposiciones, presentaciones públicas pueden anclarse a calendarios de fin de semana.

2.4 Encaje estratégico

Marco	Encaje
LOMLOE	Aprendizaje competencial, integración curricular, evaluación auténtica
Marco europeo DigComp	Competencia digital del alumnado
Estrategia STEM española	Vocaciones científico-técnicas, equidad de género
Agenda 2030 – ODS	ODS 4 (educación), 9 (innovación), 10 (reducción desigualdades), 13 (acción climática), 17 (alianzas)
Estrategia frente al reto demográfico	Iniciativa vertebradora del medio rural
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia	Digitalización del sistema educativo
Plan Estratégico de Castilla-La Mancha de Despoblamiento	Línea de actuación específica

2.5 Relación con competencias curriculares

El proyecto activa de forma transversal:

- **Competencia matemática y científico-tecnológica (STEM):** modelización física, electrónica, programación, análisis de datos.
- **Competencia digital:** tratamiento de datos, edición audiovisual, comunicación digital.
- **Competencia plurilingüe y comunicativa:** redacción de bitácoras, presentaciones públicas, redes sociales, posibles intercambios con proyectos similares en otros idiomas.
- **Competencia personal, social y de aprender a aprender:** trabajo en equipo, gestión emocional ante un proyecto incierto, resiliencia ante posibles fallos.
- **Competencia ciudadana:** participación, deliberación, relación con instituciones.
- **Competencia emprendedora:** planificación, presupuesto, comunicación.
- **Competencia cultural y artística:** identidad visual, vídeo, exposición.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Objetivo general

Diseñar, construir, lanzar, recuperar y comunicar un globo sonda estratosférico portador de experimentos científicos diseñados por alumnado del CRA La Encina y los centros de Jadraque, articulando un proyecto STEAM intercentros que cohesione el territorio del Alto Henares y proyecte una imagen pública de innovación educativa rural.

3.2 Objetivos específicos

1. **OE1** — Implicar al menos al **80% del alumnado** de los centros participantes en al menos una actividad del proyecto.
2. **OE2** — Construir y validar una carga útil real con al menos **6 sensores ambientales** (temperatura interna, externa, presión, humedad, radiación UV, acelerómetro/IMU, GPS).
3. **OE3** — Obtener al menos **3 horas de grabación** de vídeo en HD del vuelo, con visión nadir y zenith.
4. **OE4** — Tramitar y obtener la **autorización de AESA** y la activación del **NOTAM** correspondiente.
5. **OE5** — Recuperar la carga útil en al menos **el 95% de los lanzamientos planificados** (objetivo: 1 lanzamiento principal + 1 reserva).
6. **OE6** — Publicar un **dataset abierto** y un **vídeo divulgativo** con licencia CC BY-SA.
7. **OE7** — Generar al menos **10 apariciones en medios** (prensa, radio, TV) y **20 publicaciones** en redes sociales institucionales.

3.3 Objetivos pedagógicos por etapa

Etapa	Objetivos pedagógicos
Infantil (3-5 años)	Curiosidad por el cielo y el espacio; vocabulario básico (cielo, nube, frío, alto, lejos); psicomotricidad con maquetas y dibujos; conexión emocional con el lanzamiento
1.º-3.º Primaria	Estados del aire, temperatura, viento; trabajo de hipótesis sencillas; medición con instrumentos simples; identificación visual de fenómenos
4.º-6.º Primaria	Capas de la atmósfera; presión y temperatura con altitud; ciclo del agua; iniciación al método científico; lectura crítica de datos
ESO	Física básica (gases ideales, Bernoulli, atmósfera tipo); programación (Arduino/ESP32, Python para análisis); estadística; medición con sensores; trabajo audiovisual
Bachillerato	Física avanzada (termodinámica, dinámica de fluidos, radiación); análisis de datos (regresión, Python/R); diseño experimental controlado; trabajo en condiciones reales

3.4 Objetivos científicos

- Caracterizar el **perfil vertical de temperatura** y verificar la tropopausa sobre el centro peninsular en la fecha del lanzamiento.
- Caracterizar el **perfil de presión** y validar contra atmósfera estándar internacional (ISA).
- Caracterizar la **radiación UV-A/UV-B** con altitud.
- Medir la **humedad relativa** y detectar la transición a aire muy seco en la estratosfera.
- Demostrar la **rotación de la Tierra** mediante deriva durante el vuelo.
- Comparar los datos obtenidos con sondeos oficiales de AEMET (Madrid-Barajas/Cuatro Vientos).
- Documentar visualmente la **curvatura de la Tierra**, los colores del horizonte y la atmósfera vistos desde la estratosfera baja.

3.5 Objetivos de comunicación y participación ciudadana

- Comunicar el proyecto a las cinco comunidades locales con al menos un acto público en cada localidad.

AEVAH - Misión Estratosfera — Expediente del proyecto - documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

- Implicar a las familias mediante autorizaciones informadas y participación en la jornada de lanzamiento.
- Generar un canal estable (blog del proyecto + perfiles en redes) que sobreviva al lanzamiento y permita continuidad.
- Establecer puente con universidad / club aeroespacial (Universidad de Alcalá, AeroTec Madrid, Lleida Drones, etc. **[VERIFICAR contactos disponibles]**) para validar el rigor científico.

4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL LANZAMIENTO

4.1 Qué es un globo sonda estratosférico

Un **globo sonda** o **HAB** (*High-Altitude Balloon*) es un globo libre no tripulado de látex (caucho natural) o polietileno, inflado con un gas más ligero que el aire (helio o, en ciertos contextos profesionales, hidrógeno), que asciende a una velocidad típica de **4-6 m/s** hasta que la presión externa cae tanto que el globo se expande más allá de su elasticidad y **revienta**.

En ese instante (típicamente a 25-33 km de altitud para un globo escolar de 1000-1500 g), un **paracaídas previamente desplegado en línea** frena la caída de la carga útil hasta un descenso seguro (~5-7 m/s).

4.2 Altitud estimada

Con globo de látex de **1.200 g**, carga útil de **1,5-2,5 kg** y free-lift adecuado:

- Altitud de reventón típica: **29-32 km** (límite inferior de la estratosfera media).
- Tasa de ascenso: 4,5-5,5 m/s.
- Tasa de descenso: 5-7 m/s con paracaídas adecuado.

4.3 Duración del vuelo

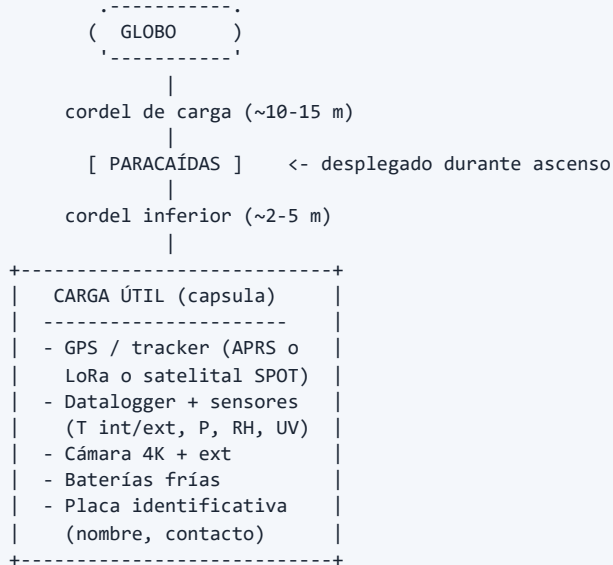
- **Ascenso:** 90-120 minutos.
- **Descenso:** 30-45 minutos.
- **Duración total típica:** 2 h 15 min – 2 h 45 min.
- **Deriva horizontal:** entre 30 y 150 km respecto al punto de lanzamiento, dependiendo de la corriente en chorro.

4.4 Fases del proyecto

1. **F0 — Aprobación institucional:** acuerdo con dirección de los centros, consejos escolares, AMPA, mancomunidad y ayuntamientos.
2. **F1 — Diseño pedagógico:** secuencias didácticas por etapa, materiales, planificación de talleres.
3. **F2 — Diseño técnico:** elección de cadena de vuelo, electrónica, sensores, cámara, recuperación.
4. **F3 — Presupuesto y financiación:** captación de fondos, formalización de aportaciones.
5. **F4 — Permisos:** AESA, ayuntamiento del punto de lanzamiento, seguro, Protección Civil.
6. **F5 — Talleres en aula:** construcción de la carga útil, calibración de sensores, programación, pruebas.
7. **F6 — Pruebas:** test en frigorífico/congelador (-30 °C), test de vacío parcial si es posible, test de **impacto controlado, pruebas de GPS al aire libre**.
8. **F7 — Lanzamiento:** jornada pública con escolares, autoridades, prensa.

9. **F8 — Recuperación:** equipo desplegado, vehículos, seguimiento GPS, recogida.
10. **F9 — Análisis:** descarga de datos, montaje de vídeo, comparación con AEMET, publicación.
11. **F10 — Difusión:** exposición itinerante, prensa, jornada final con instituciones.

4.5 Diagrama del sistema completo



En tierra:

- Equipo de lanzamiento (5-7 personas)
- 2 vehículos de seguimiento con receptor GPS
- Estación de descarga de datos (portátil)
- Botella de helio + manómetro + adaptador

4.6 Componentes principales

4.6.1 Globo

- **Recomendado:** látex de 1.200 g (modelos Hwoyee, Pawan, Kaymont; equivalentes europeos disponibles vía Stratoflights, Random Engineering, etc.).
- Para alcanzar ~30 km con 1,5-2 kg de payload: globo de 1.000-1.500 g.
- **No usar globos de fiesta:** no soportan el estiramiento ni dan altitud útil.
- Vida útil del globo: máximo 12 meses desde fabricación si se almacena correctamente (en seco, sombra, $T < 30$ °C, sin grasas).

4.6.2 Gas: helio vs. hidrógeno

Criterio	Helio (recomendado)	Hidrógeno
Capacidad ascensional	1,02 kg/m ³	1,11 kg/m ³ (~10% más)
Inflamable / explosivo	No	Sí, altamente
Disponibilidad en España	Buena (gases industriales: Air Liquide, Praxair-Linde, Carburos Metálicos)	Restringida; requiere autorización ATEX adicional
Coste	Más caro	Más barato
Seguridad escolar	Apto sin restricciones especiales	Inviabile en contexto escolar
Aceptación social y administrativa	Total	Genera reticencia
Recomendación	HELIO	Descartado

Decisión técnica: se utilizará **helio** por razones de seguridad escolar irrenunciables. El sobrecoste se compensa con la simplificación del análisis de riesgos y la viabilidad administrativa.

4.6.3 Paracaídas

- **Diámetro recomendado:** 90-150 cm según masa total de payload.
- **Material:** ripstop nylon naranja fluorescente (visibilidad en recuperación).
- **Tipo:** paracaídas piramidal o hemisférico con orificio central (evita oscilación).
- Velocidad de descenso objetivo: **5-7 m/s** (mayor velocidad reduce deriva pero aumenta riesgo en aterrizaje).

4.6.4 Línea de vuelo (flight train)

- Cordel de nylon de **2-3 mm** o cordel de paracaidismo (550 cord).
- **Sin elementos metálicos pesados** que puedan dañar al impactar.
- Mosquetones de aluminio ligeros.
- Distancia entre globo y paracaídas: 10-15 m.
- Distancia entre paracaídas y carga útil: 2-5 m.

4.6.5 Carga útil (capsula)

- **Caja:** poliestireno extruido (EPS) de alta densidad o XPS, paredes ≥ 3 cm.
- Dimensiones interiores típicas: 20 × 20 × 15 cm.
- Masa total objetivo: **≤ 2.000 g** (mantenerse por debajo de 4 kg es crítico — ver sección 8).
- Aislamiento: papel de aluminio en interior + manta térmica de emergencia.
- Cerrado con cinta americana resistente al frío extremo.
- Ventana de cámara con metacrilato (no cristal, no PMMA frágil al frío).

4.6.6 Cámara

- Detalle en sección 7.

4.6.7 GPS / tracker

Para que el sistema sea recuperable es imprescindible **al menos dos sistemas redundantes** de localización. Opciones:

Sistema	Coste	Ventajas	Inconvenientes
GPS + GSM (logger con SIM, ej. SPOT-like, OpenTracker)	50-150 €	Barato, fácil	Pierde señal sobre 4 km de altitud y en zonas rurales sin cobertura
APRS (radioafición, ej. Pico-APRS, LightAPRS-W)	150-300 €	Cobertura excelente en España vía red APRS, sin coste recurrente	Requiere operador con licencia de radioaficionado (operador autorizado al uso de indicativo)
Satelital comercial (RockBLOCK 9603, SPOT Gen4)	250-400 € + cuota	Cobertura global incluida descenso en zonas sin GSM	Coste de suscripción y de mensajes
LoRa de largo alcance (RFM95 + receptor en tierra)	60-100 €	Sin cuotas, alcance >100 km en visión directa	Requiere infraestructura de recepción propia y conocimiento técnico

Configuración recomendada: APRS (a través de operador colaborador con licencia) + **GSM** de respaldo en el descenso. Si no se dispone de licencia radioaficionado, sustituir APRS por **satelital comercial**.

4.6.8 Baterías

- **Litio primario (no recargable): Energizer Ultimate Lithium AA o AAA (L91/L92).** Mantienen capacidad hasta -40 °C. **Recomendadas.**
- LiPo recargables: requieren calentador interno o se mueren con el frío. No recomendables salvo en compartimento térmico activo.
- Autonomía objetivo: **≥6 horas** para cubrir vuelo + margen de recuperación.

4.6.9 Sensores

- BME280 / BME680 (presión + temperatura + humedad).
- DS18B20 (temperatura externa con cable, alojado fuera de la cápsula).
- ML8511 o VEML6075 (UV).
- MPU6050 / BNO055 (IMU, opcional).
- Microcontrolador: Arduino Pro Mini 3.3 V, ESP32, o Raspberry Pi Zero 2 W para experimentos avanzados.
- Datalogger en microSD.

4.6.10 Sistema de identificación

Obligación legal asumida (sujeta a confirmación con AESA): toda carga útil de globo libre debe llevar **placa identificativa exterior** legible con datos de contacto del operador, para facilitar la devolución y la asignación de responsabilidad.

- **Placa visible, impermeable, con: nombre del proyecto, nombre del operador responsable, teléfono móvil, dirección postal, número de autorización AESA si procede, indicación**

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados * pendiente de validación)

"OBJETO CIENTÍFICO ESCOLAR — NO ABRIR — LLAMAR A ESTE TELÉFONO PARA DEVOLUCIÓN".

- Versiones en español e inglés.

4.6.11 Sistema de recuperación

- **Predicción de trayectoria** con cusf.co.uk/predict (ahora *Predict 2.5*), predictwx, o equivalente, ejecutada **D-3, D-1 y la mañana del lanzamiento**.
- Dos equipos terrestres con **receptor APRS + teléfono móvil con app de tracking** (APRS.fi web o aprsdroid).
- Vehículos todoterreno o con buena polivalencia.
- Material de recuperación: tijeras para cortar el globo si quedara enredado, guantes, pértiga telescópica para árboles, cuerdas.
- **Plan B** si la carga cae en finca privada / propiedad: protocolo de contacto con propietario, presencia de un adulto identificable con documentación del proyecto.

5. ALTERNATIVAS TÉCNICAS

5.1 Opción A — Proyecto DIY de bajo coste

Descripción: la dirección técnica corre a cargo de docentes con apoyo de alumnado de Bachillerato, ESO y maestros de Primaria. Compra de componentes en proveedores online (Random Engineering UK, Stratoflights DE, Aliexpress para electrónica, Decathlon para cuerdas, Leroy Merlin para cintas).

- **Coste estimado:** 3.500 - 5.500 €.
- **Ventajas:**
 - Máximo valor pedagógico (los alumnos lo hacen todo).
 - Coste muy bajo.
 - Reutilizable para futuras ediciones.
- **Inconvenientes:**
 - Curva de aprendizaje alta.
 - Dependencia de uno o dos docentes muy implicados.
 - Mayor probabilidad de pequeños fallos.
- **Dificultad:** Alta para el equipo docente.
- **Riesgos:** fallo de sensor, fallo de cámara, mala calibración, errores administrativos.
- **Requisitos legales:** los mismos que en cualquier opción (autorización AESA, seguro, etc.).
- **Recomendable si:** existe un docente o familia con experiencia previa en electrónica/maker.

5.2 Opción B — Kit educativo semiprofesional

Descripción: adquisición de un **kit comercial** específicamente diseñado para lanzamientos escolares (Stratoflights ofrece kits "Edition Pupil", "Edition Pro"; en España existen también iniciativas como **Daedalus Aerospace, Aerostratos, EduStratos, Globos al Espacio [VERIFICAR proveedores españoles vigentes]**). Combina componentes preensamblados con material didáctico, y normalmente el proveedor acompaña el día del lanzamiento.

- **Coste estimado:** 8.000 - 12.000 € (incluyendo desplazamiento y acompañamiento técnico de un día).
- **Ventajas:**
 - Equilibrio óptimo entre coste, fiabilidad y aprendizaje.
 - Reduce riesgos técnicos.
 - Reduce carga administrativa (el proveedor suele orientar sobre AESA).
 - Materiales didácticos ya preparados para varios niveles.
- **Inconvenientes:**
 - Menos "hecho por nosotros".
 - Componentes propietarios pueden encarecer reediciones.
- **Dificultad:** Media para el equipo docente.
- **Riesgos:** dependencia logística del proveedor; problemas de aduana si es proveedor extranjero.
- **Requisitos legales:** los mismos. El proveedor suele asesorar.
- **Recomendable si:** se busca un equilibrio educativo/operativo. **Recomendación principal de este proyecto.**

5.3 Opción C — Empresa especializada o colaboración con universidad/club

Descripción: se contrata una empresa especializada (proveedores como **Zero 2 Infinity [con cautela: trabajan principalmente a otra escala]**, empresas de globos sonda meteorológicos comerciales, o **clubes universitarios** como **UPM Space, AeroTec Madrid, AsturSpace, Project Daedalus de la Universidad de Alcalá [VERIFICAR existencia y disponibilidad]**) que aporta su propio equipo de vuelo y se encarga de la operación, dejando a los alumnos las experimentaciones a bordo y el análisis.

- **Coste estimado:** 15.000 - 22.000 € (operación llave en mano + producción audiovisual profesional).
- **Ventajas:**
 - Máxima fiabilidad técnica.
 - Producción audiovisual profesional.
 - Liberación de carga administrativa.
 - Validación científica externa.
- **Inconvenientes:**
 - Coste elevado.
 - Reduce el peso del aprendizaje técnico-operativo del alumnado.
 - Dependencia total del proveedor para futuras ediciones.
- **Dificultad:** Baja.
- **Riesgos:** dependencia, dificultad de continuidad.
- **Requisitos legales:** el operador profesional se hace cargo.
- **Recomendable si:** se quiere garantizar el éxito mediático y la solidez técnica.

5.4 Recomendación final

Se recomienda la **Opción B (kit educativo semiprofesional)** con dos refuerzos:

1. **Colaboración con un radioaficionado local [VERIFICAR contactos]** para el tracking APRS. oficial" donde corresponde)

2. **Colaboración formal con la Universidad de Alcalá** o un club aeroespacial estudiantil para revisar el diseño y, si es posible, aportar un tutor científico que valide el rigor.

Esta combinación maximiza el aprendizaje sin renunciar a fiabilidad.

6. EXPERIMENTOS POR NIVELES EDUCATIVOS

Cada centro y aula del proyecto adoptará experimentos compatibles con su edad. Los experimentos **a bordo del globo** son un subconjunto pequeño (limitación de masa); el resto son **complementarios en tierra** y forman parte del proceso educativo integral.

Legenda: ✈ = a bordo del globo · 🏠 = en aula · 🌍 = en exteriores

6.1 Educación Infantil (3-5 años)

6.1.1 "El cielo en una botella" 🏠

- **Edad recomendada:** 3-5 años
- **Hipótesis:** ¿Por qué a veces el cielo es azul y a veces gris?
- **Materiales:** botellas transparentes, agua, leche, linternas, cartulinas.
- **Variables observadas (cualitativas):** color del agua según la cantidad de leche y la luz.
- **Procedimiento:** se llena una botella con agua y unas gotas de leche, se ilumina con linterna por un lado, se observa el azul.
- **Participación del alumnado:** todos los niños llenan su botella y dibujan lo que ven.
- **Resultados esperados:** asocian el color azul del cielo a la dispersión de la luz (vocabulario adaptado: "la luz se rompe en el agua").
- **Relación curricular:** ámbito de conocimiento del entorno; iniciación al pensamiento científico (LOMLOE Infantil).
- **Coste estimado:** 20 € por aula.
- **Riesgos:** ninguno.

6.1.2 "Mi muñeco viaja al cielo" ✈ / 🏠

- **Edad:** 3-5 años.
- **Hipótesis:** ¿Cómo será el viaje si pudiera subir muy alto?
- **Materiales:** un muñeco-mascota pequeño y ligero diseñado por los niños (peluche miniatura, dibujo plastificado), masa <30 g.
- **Procedimiento:** los niños eligen una **mascota colectiva** que viajará a bordo del globo. La fabrican con materiales reciclados y la decoran. La mascota luego se exhibe en cada centro tras la recuperación.
- **Participación:** asamblea para elegir, taller de manualidad.
- **Resultados esperados:** vinculación emocional al proyecto, comprensión del concepto "alto/lejos".
- **Relación curricular:** identidad personal, expresión plástica, lenguaje oral.
- **Coste:** 30 € entre todos los grupos de Infantil.
- **Riesgos:** ninguno.

6.2 1.º-3.º Primaria

6.2.1 "El termómetro de la altura" 🏠

- **Edad:** 6-8 años.
- **Hipótesis:** Cuando subo a un sitio más alto, ¿hace más frío?
- **Materiales:** termómetro escolar, libreta de campo, mapa local.
- **Variables medidas:** temperatura en distintos puntos del pueblo (plaza, escuela, monte cercano).
- **Procedimiento:** salida de campo a tres altitudes diferentes, registro de temperaturas, comparación.
- **Participación:** todos miden y anotan.
- **Resultados esperados:** comprobación de que la temperatura baja con la altitud (con muchas variaciones; introducción al concepto de variable confusora).
- **Relación curricular:** ciencias de la naturaleza; matemáticas (lectura de instrumentos, comparación numérica).
- **Coste:** 50 € (termómetros).
- **Riesgos:** salida de campo (riesgo habitual escolar).

6.2.2 "Globos en el congelador" 🏠

- **Edad:** 6-8 años.
- **Hipótesis:** ¿Qué le pasa a un globo cuando hace mucho frío?
- **Materiales:** globos de fiesta, congelador escolar o doméstico, cinta métrica.
- **Variables:** circunferencia del globo a temperatura ambiente vs. a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Procedimiento:** se infla un globo a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, se mide; se introduce en el congelador 20 minutos; se vuelve a medir.
- **Participación:** todo el aula.
- **Resultados esperados:** el globo se contrae (introducción a la ley de Charles a edad temprana, sin formalizar la fórmula).
- **Relación curricular:** ciencias; medidas.
- **Coste:** 10 €.
- **Riesgos:** ninguno relevante.

6.3 4.º-6.º Primaria

6.3.1 "Cazadores de presión" ✨ / 🏠

- **Edad:** 9-12 años.
- **Hipótesis:** La presión atmosférica disminuye con la altitud según una ley regular.
- **Materiales:** sensor BMP280 + datalogger (Arduino Nano), pegatinas para clasificar tubos de muestras, hoja de cálculo.
- **Variables medidas:** presión y altitud en el vuelo.
- **Procedimiento:** preparación del sensor en aula, calibración con la presión leída en el barómetro escolar; análisis posterior comparando la curva real con la atmósfera estándar (ISA).
- **Participación:** un equipo de cada centro participa en la calibración; análisis posterior conjunto.
- **Resultados esperados:** confirman experimentalmente la disminución exponencial de la presión.

- **Relación curricular:** Conocimiento del Medio; matemáticas (gráficas, razón, logaritmos a nivel intuitivo).
- **Coste:** 25 € por sensor.
- **Riesgos:** ninguno.

6.3.2 "El sándwich del frío" ✨ / 🏠

- **Edad:** 9-12 años.
- **Hipótesis:** Distintos materiales aíslan distinto del frío extremo.
- **Materiales:** "muestras" de 4 materiales aislantes en cápsulas pequeñas adosadas al exterior de la cápsula, cada una con un sensor DS18B20.
- **Variables:** temperatura interior tras vuelo según material.
- **Procedimiento:** preparación de muestras (lana, papel de aluminio, EPS, vacío sellado al vacío parcial), lectura tras vuelo.
- **Participación:** una clase prepara cada material.
- **Resultados esperados:** comparación de coeficientes de aislamiento.
- **Relación curricular:** ciencias de la naturaleza; tecnología; matemáticas.
- **Coste:** 30 € (sensores adicionales).
- **Riesgos:** masa adicional debe controlarse.

6.3.3 "Pasajeros vivos: las semillas viajeras" ✨

- **Edad:** 9-12 años (con Bachillerato).
- **Hipótesis:** ¿La germinación de semillas se ve afectada tras un viaje a la estratosfera (radiación, frío, baja presión)?
- **Materiales:** lotes de semillas idénticas (lentejas, cebada, lino, garbanzo). Un lote "vuela", otro "control" se queda en tierra en idénticas condiciones.
- **Procedimiento:** preparación, vuelo, germinación posterior en placas Petri con control de humedad y luz.
- **Variables:** tasa de germinación, longitud de raíz a 7-14 días, vigor.
- **Participación:** Primaria observa y mide; Bachillerato analiza estadísticamente.
- **Resultados esperados:** posiblemente diferencia no significativa en un solo vuelo (resultado científico válido por sí mismo).
- **Relación curricular:** Ciencias de la Naturaleza; método científico; estadística básica.
- **Coste:** 30 € entre material y placas Petri.
- **Riesgos:** ninguno.

6.4 ESO

6.4.1 "Sensores en cascada" ✨

- **Edad:** 12-16 años.
- **Hipótesis:** Es posible registrar simultáneamente T, P, RH, UV con consistencia, sincronizando timestamps a 1 Hz.
- **Materiales:** placa madre (ESP32), sensores BME280, DS18B20, VEML6075, módulo microSD, batería 3,7V con regulador.
- **Variables:** todas las anteriores + timestamps.

- **Procedimiento:** programación en Arduino IDE / MicroPython, integración, calibración previa, instalación en cápsula, descarga post-vuelo.
- **Participación:** alumnado de Tecnología y de Tecnologías de la Información (TIC) del IES.
- **Resultados esperados:** dataset CSV de varias horas a 1 Hz.
- **Relación curricular:** Tecnología; Programación; Física y Química (3.º-4.º ESO).
- **Coste:** 100 € por sistema completo.
- **Riesgos:** errores de programación, fallos de sensor, fallo de batería.

6.4.2 "Acelerómetro de turbulencia" ✨

- **Edad:** 14-16 años.
- **Hipótesis:** El globo experimenta aceleraciones detectables al cruzar la tropopausa y al reventar.
- **Materiales:** IMU MPU6050 o BNO055.
- **Variables:** aceleración 3D, giro 3D.
- **Procedimiento:** integración con el ESP32 del experimento anterior, análisis en Python posterior.
- **Participación:** alumnado de Física y Química y Tecnología.
- **Resultados esperados:** detección clara del reventón (espigas de aceleración) y del despliegue del paracaídas.
- **Relación curricular:** Física (movimiento, aceleración); Programación.
- **Coste:** 15 €.
- **Riesgos:** ninguno técnico.

6.4.3 "Mapa coloreado del cielo" ✨ / 🏠

- **Edad:** 14-16 años.
- **Hipótesis:** Es posible reconstruir mediante visión por computadora la coloración del horizonte y verificar la transición azul-negro al ascender.
- **Materiales:** cámara secundaria (RPi HQ + Pi Zero 2 W) opcional, o análisis de frames de la cámara principal post-vuelo.
- **Procedimiento:** extracción de frames cada 30 s; análisis RGB de regiones del horizonte; gráfica color vs. altitud.
- **Variables:** componentes RGB normalizadas.
- **Participación:** alumnado de TIC, Plástica e Imagen y Sonido.
- **Resultados esperados:** confirmación visual y cuantitativa de la transición.
- **Relación curricular:** TIC; Educación Plástica, Visual y Audiovisual; Física (espectro visible).
- **Coste:** 80 € si se añade cámara secundaria; 0 € si se reutiliza la principal.
- **Riesgos:** masa adicional.

6.4.4 "La trayectoria predicha" 🏠

- **Edad:** 12-16 años.
- **Hipótesis:** Es posible predecir la trayectoria con error menor a 10 km usando modelos meteorológicos.
- **Materiales:** ordenadores escolares, conexión a internet.
- **Procedimiento:** uso de la herramienta CUSE (HabHub Predictor / Tawhiri) para introducir parámetros y comparar con la trayectoria real.

- **Variables:** punto final predicho vs. real.
- **Participación:** alumnado de Matemáticas e Informática.
- **Resultados esperados:** error de predicción 5-30 km típico.
- **Relación curricular:** Matemáticas; TIC; Geografía.
- **Coste:** 0 €.
- **Riesgos:** ninguno.

6.5 Bachillerato

6.5.1 "Validación de la atmósfera estándar" ✨ + 🏠

- **Edad:** 16-18 años.
- **Hipótesis:** El perfil real $T(z)$ y $P(z)$ se desvía de la ISA según patrones predecibles por la estación del año.
- **Procedimiento:** análisis cuantitativo con Python o Excel: regresión, error medio, error cuadrático medio respecto a ISA y respecto al radiosondeo más cercano de AEMET.
- **Variables:** $\Delta(T_{\text{real}} - T_{\text{ISA}})$, $\Delta(P_{\text{real}} - P_{\text{ISA}})$.
- **Participación:** Bachillerato de Ciencias.
- **Resultados esperados:** identificación de la tropopausa; cuantificación de la inversión estratosférica.
- **Relación curricular:** Física; Matemáticas Aplicadas; CTMA.
- **Coste:** 0 € adicional.
- **Riesgos:** ninguno.

6.5.2 "Radiación UV vs. altitud" ✨

- **Edad:** 16-18 años.
- **Hipótesis:** La radiación UV aumenta exponencialmente con la altitud al disminuir la dispersión atmosférica.
- **Materiales:** sensor VEML6075 o ML8511 calibrado con curva conocida.
- **Variables:** índice UV-A y UV-B.
- **Procedimiento:** calibración previa con luxómetro, integración en cápsula, análisis posterior.
- **Participación:** Bachillerato de Ciencias.
- **Resultados esperados:** documentación cuantitativa de la curva.
- **Relación curricular:** Física; Biología (relación con ozono y radiación).
- **Coste:** 25 €.
- **Riesgos:** ninguno.

6.6 Experimento transversal: "El globo que reventó: análisis posterior"

- **Edades:** todas, con tareas adaptadas.
- **Hipótesis:** ¿A qué altitud reventó? ¿Por qué? ¿Cuánto se expandió el globo?
- **Materiales:** los datos del vuelo, calculadora, hojas de cálculo.
- **Procedimiento:** cálculo del volumen del globo al estallar a partir del modelo isoterma de Boyle.
Comparación con el modelo del fabricante.
- **Participación:** todos los niveles con tareas escalonadas.

- **Resultados esperados:** estimación del diámetro del globo en el momento de la explosión (~10 m típicamente).

7. CÁMARA E IMAGEN

7.1 Requisitos de la cámara

- Resolución mínima: **1080p 30 fps**, recomendable 4K 30 fps.
- Lente angular (FOV $\geq 130^\circ$).
- Autonomía real a -50°C : **≥ 3 horas**.
- Almacenamiento mínimo: 64-128 GB.
- Resistencia mecánica al impacto de aterrizaje (~25 g).
- Encaje en carcasa térmica.

7.2 Opciones recomendadas

Cámara	Pros	Contras	Coste aprox.
GoPro Hero 11/12 Black	Excelente calidad 4K, lente plana opcional	Batería se agota rápido en frío (necesita aislamiento + batería externa)	350-450 €
Insta360 GO 3 o X3	Tamaño y peso reducidos; 360° para edición creativa	Menos robusta al impacto	300-450 €
Cámara dedicada Raspberry Pi HQ + Pi Zero 2	DIY, control total, datos sincronizables	Requiere desarrollo propio	150 €
Cámara compacta deportiva económica (Akaso V50, SJCAM)	Coste bajo, válida si solo se requiere vídeo HD	Fiabilidad y autonomía menores	80-150 €

Recomendación: GoPro Hero 11/12 Black como cámara primaria con batería externa **PowerBank en compartimento térmico aislado**, y **una segunda cámara económica** (Akaso/SJCAM) en otro punto de la cápsula como redundancia.

7.3 Configuración recomendada

- Modo **vídeo 4K 30 fps + modo TimeWarp/Lapse** intermitente.
- Lente con FOV amplio.
- Mode Linear o Wide (no Super View para análisis post).
- Estabilización electrónica activada (consume más batería pero mejora dramáticamente el resultado).

7.4 Autonomía y frío

- **Mantener la cámara dentro del compartimento aislado** con calentador disipativo opcional (una resistencia de 1-2 W alimentada por batería).
- **Batería externa** 10.000 mAh en compartimento aislado: la GoPro consume 6-8 W \rightarrow ~5 h reales si la temperatura interna no baja de 0°C .
- **Probar siempre antes del lanzamiento un ciclo de 3 h en congelador a -20°C .**

AEVAH - Misión Estratosfera - Expediente del proyecto - documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

7.5 Almacenamiento

- microSD V30 mínimo, U3 recomendado: **128 GB**.
- Una segunda tarjeta de respaldo lista.

7.6 Orientación

- Una cámara **mirando hacia abajo (nadir)** para registrar el ascenso y el suelo.
- Una segunda cámara **mirando hacia el horizonte y arriba (lateral con cierto cabeceo)** para registrar la curvatura de la Tierra y el cielo negro.

7.7 Protección física

- Carcasa de la cámara aislada con espuma adicional al exterior del compartimento.
- Lente protegida con filtro/lente plana (la GoPro original sirve).
- Cámara fijada con cinta americana + bridas, **sin rigidez total** (cierta absorción de impacto).

7.8 Permisos de imagen

- **Antes del lanzamiento:** recabar autorizaciones de imagen de **todo el alumnado** y de las personas adultas presentes (autoridades, familias). Modelo en `ANEXOS_DOCUMENTALES.md`.
- En la **jornada del lanzamiento** se delimitará una **zona vetada a fotografía** donde podrán situarse familias que no autoricen aparecer en imagen.
- La **cámara aérea** no apunta a personas reconocibles (la altitud lo impide).

7.9 Plan de edición de vídeo final

- Vídeo principal (5-7 min) con narrativa: aulas → preparativos → lanzamiento → ascenso → reventón → descenso → recuperación → celebración.
- Vídeo corto (60-90 s) para redes sociales (Reels, TikTok, Shorts).
- Vídeo institucional (3 min) para entrega a ayuntamientos, mancomunidad y Diputación.
- Vídeo dataset (5 min) con los datos científicos.
- Licencias: **CC BY-SA 4.0**.
- Música libre (Free Music Archive, Pixabay Music, YouTube Audio Library).

8. NORMATIVA, PERMISOS Y TRÁMITES

Aviso clave: esta sección recoge el marco normativo aplicable **conforme al conocimiento documental disponible**. En todo caso, los plazos y formularios definitivos deben validarse en la **sede electrónica de AESA** y en el **AIP España** vigente en el momento de tramitar.

Todo punto marcado [**PENDIENTE DE VALIDACIÓN OFICIAL**] debe confirmarse antes del lanzamiento. Se recomienda dirigir consulta formal a AESA al menos **3 meses antes** del lanzamiento.

8.1 Marco normativo aplicable

8.1.1 Normativa europea

- **Reglamento (UE) N° 923/2012** (SERA — *Standardised European Rules of the Air*), por el que se establece el reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea.
- **SERA.3115** — globos libres no tripulados: prohíbe operarlos de forma que pueda crear peligro a personas, propiedad o aeronaves, y remite a su Apéndice 5 para la clasificación y normas operativas.
- **Apéndice 5 SERA** — clasificación: **ligero, medio, pesado** según masa de carga, densidad y producción de daño.
- Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2012/923/oj> [**verificar versión consolidada vigente**].

8.1.2 Normativa nacional

- **Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea** (en vigor, modificada parcialmente). Marco general de uso del espacio aéreo, responsabilidad y régimen sancionador.
- **Real Decreto 552/2014, de 27 de junio**, por el que se desarrollan los preceptos para responsabilidad civil obligatoria del operador.
- **Real Decreto 1180/2018, de 21 de septiembre**, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y se modifican el RD 57/2002, el RD 1238/2011 y el RD 1036/2017.
- **AIP España (ENR 1.1, ENR 1.2, ENR 5.3 y GEN)** — Publicación de Información Aeronáutica, mantenida por **ENAIRE**: disposiciones nacionales sobre globos libres no tripulados.
- Disponible en: <https://aip.enaire.es> [**consultar enmiendas vigentes en el momento del lanzamiento**].

8.1.3 Normativa complementaria

- **Ley Orgánica 3/2018**, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (LOPDGDD).
- **Reglamento (UE) 2016/679** (RGPD).
- **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales** (en cuanto a personal docente).
- **Ley 17/2015 del Sistema Nacional de Protección Civil**.
- **Normativa autonómica de actividades complementarias y extraescolares: Decreto 80/2007 de la Consejería de Educación de la JCCM** [**VERIFICAR versión vigente, podría estar derogada o sustituida**] y la **Orden EDU correspondiente** que regula las salidas escolares.
- **Normativa municipal** sobre ocupación de suelo para actividades.

8.2 Organismos competentes

Organismo	Papel en este proyecto
AESA — Agencia Estatal de Seguridad Aérea	Autoridad nacional de aviación civil. Es a quien se solicita la autorización del lanzamiento o se notifica, según clase.
ENAIRE	Proveedor de servicios de tránsito aéreo (ATM/ANS). Publica los NOTAM asociados al lanzamiento. AIP España.
AENA	Gestor aeroportuario. No autoriza globos libres , pero relevante si el lanzamiento ocurre cerca de un aeropuerto AENA.
Servicios ATS locales (dependencias de control)	Coordinación operativa el día del lanzamiento si es requerida por AESA.
EASA	Agencia europea, fija las reglas SERA pero no autoriza casos concretos.
AEMET	Servicio meteorológico. No autoriza , pero proporciona radiosondeos y previsión.
Ayuntamiento del punto de lanzamiento	Autoriza la ocupación del suelo y la concentración pública.
Junta Local de Seguridad / Subdelegación del Gobierno	Comunicación si la concentración previsible supera 100 personas. [VERIFICAR umbral exacto]
Guardia Civil (Comandancia de Guadalajara)	Comunicación voluntaria recomendada.
Protección Civil (provincial/municipal)	Comunicación voluntaria recomendada.
Consejería de Educación JCCM (Delegación Provincial)	Aprobación de actividad complementaria si conlleva salida del centro.

8.3 Clasificación del globo (clave para los trámites)

Según el **Apéndice 5 de SERA**, los globos libres no tripulados se clasifican en función de masa, densidad y peligrosidad potencial.

Categoría	Criterio (resumen, sujeto a redacción literal del SERA)	Trámite previsto
Ligero	Una sola envoltura con carga útil < 4 kg, sin densidades elevadas, ni elementos peligrosos	Comunicación / aviso previo a AESA
Medio	Carga útil 4-6 kg, o ciertos elementos de densidad >13 g/cm ² en superficie >100 cm ²	Autorización expresa y NOTAM
Pesado	Carga útil > 6 kg o > 25 kg masa total / elementos peligrosos	Autorización expresa restrictiva con condiciones

Diseño objetivo de este proyecto: mantener la **categoría LIGERA** (payload **estrictamente < 2.000 g**, idealmente 1.500 g). Esto simplifica trámites administrativos.

Cuando el proyecto materialice la carga útil, será obligatorio **pesarla en presencia de testigos** y registrarla en acta. Si por algún motivo se rebasase los 4 kg, **se replantearían los trámites** como globo medio.

8.4 Trámites concretos (recomendaciones)

[PENDIENTE DE VALIDACIÓN OFICIAL CON AESA] los formularios, denominaciones exactas y plazos cambian. Aquí el procedimiento orientativo.

8.4.1 Comunicación / solicitud a AESA

1. **Plazo objetivo:** presentación con al menos **30 días naturales de antelación** (recomendado, aunque AIP España puede exigir un mínimo menor; verificar). En todo caso, AESA suele exigir **al menos 7 días** para tramitar NOTAM.
2. **Vía:** sede electrónica de AESA (sede.seguridadaaerea.gob.es) → trámite específico de globos libres no tripulados / actividades aéreas singulares.
3. **Documentación a aportar (orientativa):** - Identificación del operador (CIF del centro / mancomunidad / persona física responsable). - Memoria técnica del globo (modelo, masa de carga, características, gas, paracaídas). - Plan de vuelo previsto (punto y hora de lanzamiento, trayectoria estimada con D-1 actualizable, altitud máxima estimada, duración). - **Análisis de riesgos** y procedimientos de contingencia. - **Seguro de responsabilidad civil** suficiente. - Identificación del punto de recuperación y equipos. - Procedimientos de comunicación durante el vuelo si hubiere. - Datos de contacto operativo 24/7.

8.4.2 NOTAM

- ENAIRE emitirá un **NOTAM** (*Notice to Airmen*) con la **ventana temporal** y **volumen aéreo** afectado.
- El NOTAM es público y será consultado por aeronaves.

8.4.3 Comunicaciones complementarias

- Al **Ayuntamiento del lugar de lanzamiento**, solicitud de ocupación de suelo y de espacio público para actividad escolar.
- A la **Delegación Provincial de Educación de Guadalajara**, comunicación de actividad complementaria/extraescolar.
- A la **Subdelegación del Gobierno en Guadalajara**, si se prevé concentración pública superior al umbral municipal.
- A la **Comandancia de la Guardia Civil de Guadalajara**, por cortesía operativa.
- A **Protección Civil municipal**, por seguridad de los asistentes.

8.4.4 Seguro de responsabilidad civil

- Cobertura recomendada: **mínimo 300.000 - 600.000 € por siniestro**. Algunas opciones para clubes aeronáuticos arrancan en 300.000 €.
- Pólizas habituales en proyectos educativos:
- Seguro escolar agregado a través del seguro del centro o de la AMPA: **insuficiente normalmente**.
- Seguro específico contratado a través de una entidad colaboradora (federación aeronáutica, club aeroespacial, mancomunidad).
- Pólizas de RC general de la mancomunidad ampliadas con cláusula específica.

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

- Empresas con experiencia: **AON, Marsh, Howden [VERIFICAR ofertas]**, o aseguradoras españolas con productos para clubes deportivos aéreos.

8.5 Coordinación con autoridades locales

- **Reunión D-30**: alcaldía del municipio del punto de lanzamiento, Policía Local (si la hay), Guardia Civil, Protección Civil, técnico del CRA, responsable del proyecto.
- **Confirmación D-7**: revisar autorizaciones, contactar con servicio de emergencia 112 para comunicar fechas.
- **Despliegue D-0**: comunicación final con todos los actores.

8.6 Restricciones de espacio aéreo

- Verificar en el **AIP ENR 5.1** y siguientes la **existencia de zonas restringidas/prohibidas/peligrosas** (LERxxx, LEPxxx, LEDxxx) próximas al punto.
- Verificar **TMA**s y **CTR**s de aeropuertos cercanos (Madrid-Barajas TMA es muy grande; Guadalajara está dentro de su área operativa de aproximación general). **[VERIFICAR la geometría exacta del TMA Madrid en la zona del Alto Henares]**
- Verificar **rutas de operaciones militares de baja altura** (especialmente Garrison Group en zona centro).
- Verificar **espacio aéreo segregado temporal** vigente.

8.7 Frecuencias y radio

- **APRS** opera en 144,800 MHz (Europa). **Requiere licencia de radioaficionado** (URE — Unión de Radioaficionados Españoles emite carnés; la licencia administrativa se gestiona vía Ministerio competente en telecomunicaciones).
- Si se usa LoRa: bandas **868 MHz ISM** (libre de licencia con potencia limitada).
- Si se usa GSM en el tracker: opera en bandas móviles públicas (no requiere autorización especial más allá de la SIM contratada).
- **Conclusión operativa**: se buscará la colaboración formal de un **radioaficionado titulado** (típicamente miembro de URE) como operador APRS responsable.

8.8 GPS / tracking

- El uso de GPS es libre.
- La publicación en tiempo real de la posición es legalmente posible, pero debe valorarse si supone un riesgo (por ejemplo, atraer a curiosos a una recuperación delicada).

8.9 Recuperación en terrenos privados

- **Derecho de paso** según Código Civil para recoger objetos que han caído por accidente: **no es automático**; se debe **pedir permiso al propietario** salvo caso de fuerza mayor que justifique entrada inmediata.
- Si el terreno es **forestal y existe veda o riesgo de incendio**, valorar coordinar con Agentes Forestales / Medio Ambiente JCCM.
- Si la carga cae en **vías de comunicación** (autovías, carreteras), avisar a **112** y a la **DGT**.
- **No acceder a propiedad privada sin permiso.**

Nota: editar la propiedad de los datos de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

8.10 Protección de datos e imagen de menores

- Las **autorizaciones de imagen** se recaban con anterioridad al inicio de la actividad (modelo en `ANEXOS_DOCUMENTALES.md`).
- **Datos de geolocalización** capturados por el GPS: tratamiento conforme a RGPD; se publican como dataset abierto sin metadatos personales.
- **Imágenes de vídeo:** las personas aparecen solo con consentimiento; en grupos amplios se aplican criterios de minimización.

8.11 Prevención de riesgos en actividades escolares

- Aplicación de la normativa autonómica vigente sobre actividades complementarias **[VERIFICAR]**.
- Ratio docente/alumnado en jornada externa según etapa.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Plan de evacuación del lugar de lanzamiento.

8.12 Checklist administrativo

Se proporciona en formato operativo en `ANEXOS_DOCUMENTALES.md` (Anexo 20.4). Síntesis rápida:

- Acuerdo del Consejo Escolar de cada centro participante.
- Acuerdo del Pleno municipal de cada ayuntamiento corresponsable.
- Acuerdo de la Mancomunidad **[denominación a verificar]**.
- Compromiso económico firmado por entidades cofinanciadoras.
- Designación formal del operador responsable.
- Memoria técnica del globo y carga útil.
- Análisis de riesgos.
- Plan de vuelo D-1 actualizable.
- Solicitud / comunicación AESA cursada y respuesta recibida.
- NOTAM publicado por ENAIRE.
- Póliza de RC contratada y vigente en la fecha.
- Autorización municipal del punto de lanzamiento.
- Comunicación a Delegación Provincial de Educación.
- Comunicación a Guardia Civil y Protección Civil.
- Comunicación a 112 (D-1).
- Autorizaciones familiares (alumnos asistentes) firmadas.
- Autorizaciones de imagen firmadas.
- Botiquín / plan de evacuación en sitio.
- Briefing previo del equipo operativo.

9. LUGARES IDEALES DE LANZAMIENTO

9.1 Criterios de elección

Criterio	Descripción	Peso
Distancia a aeropuertos/aeródromos/helipuertos	Mínimo 15 km a aeródromos pequeños; > 50 km a aeropuertos comerciales (recomendado)	Alto
Estructura del espacio aéreo	Fuera de TMA, CTR, zonas militares activas	Alto
Terreno abierto	Sin tendidos eléctricos, árboles muy altos, edificaciones próximas (>50 m de radio libre)	Alto
Accesibilidad rodada	Acceso a vehículos para descarga de helio y montaje	Alto
Seguridad del público	Posibilidad de zona perimetral controlada para asistentes	Alto
Vientos predominantes en superficie	Calmos en hora de lanzamiento (< 5 m/s)	Alto
Vientos en altitud	Trayectoria predicha que no atravesase Madrid Barajas TMA crítica ni área urbana densa	Crítico
Probabilidad de recuperación	Trayectoria predicha que aterrice en terreno accesible (no cuerda de embalse, no zona militar)	Alto
Cobertura móvil	Cobertura GSM razonable	Medio
Permisos municipales	Disposición favorable del ayuntamiento	Alto
Impacto ambiental	No incidir en ZEPA, ZEC, montes de utilidad pública en periodo sensible	Medio
Carga simbólica	Vinculación con los pueblos del CRA	Medio

9.2 Ubicaciones candidatas en el Alto Henares

Todas son **propuestas**. Cada una requiere validación con **simulación de trayectoria** ejecutada en los 5 días previos y verificación del estado del espacio aéreo. **[VERIFICACIÓN OFICIAL PENDIENTE para cada coordenada]**.

Candidato 1 — Campo polideportivo / explanada municipal de Cogolludo

- Ubicación tipo: **explanada abierta a las afueras del núcleo urbano** (verificar disponibilidad con el Ayuntamiento de Cogolludo).
- Pros: cabecera municipal del proyecto; identidad simbólica; acceso fácil; ayuntamiento como anfitrión.
- Contras: dependiendo de la dirección del viento, la deriva puede llevar el globo hacia la sierra norte (cuerda complicada).
- Riesgos: tendido eléctrico cerca de algunos accesos.

Candidato 2 — Llanura agrícola al sur de Espinosa de Henares

- Ubicación tipo: **campos abiertos próximos a la N-II / A-2 [verificar distancia mínima a autovía: nunca lanzar a menos de 1 km de A-2].**
- Pros: terreno extremadamente abierto, vientos predominantes suelen llevar carga hacia el este (recuperable).
- Contras: cercanía a A-2 supone que la deriva final no debe cruzar autovía.
- Riesgos: si vientos giran al sur, deriva hacia área metropolitana Madrid — descartar lanzamiento.

Candidato 3 — Vega del Henares entre Carrascosa y Jadraque

- Ubicación tipo: **prado abierto en la vega**, fuera del cauce, con acceso por camino agrícola.
- Pros: centro geométrico de los centros participantes; baricentro del CRA.
- Contras: posibles plantaciones agrícolas vivas; coordinar con propietarios.
- Riesgos: línea eléctrica del Henares.

Candidato 4 — Llanura al norte de Hita

- Ubicación tipo: **explanada de tierra de labor** a las afueras de Hita.
- Pros: Hita como pueblo histórico aporta valor simbólico (vinculación con el Arcipreste); paisaje abierto.
- Contras: orografía irregular.

Candidato 5 — Campo de fútbol municipal de Jadraque

- Ubicación tipo: **campo municipal de fútbol** u otra instalación pública.
- Pros: instalación delimitada, segura, accesible, próxima al IES.
- Contras: dimensiones pueden ser justas para el área de seguridad del despliegue del globo (~30 m radio libre).

9.3 Matriz comparativa de ubicaciones

Criterio (peso)	Cogolludo	Espinosa	Vega Carrascosa-Jadraque	Hita	Jadraque
Distancia aeropuertos (3)	3	2	3	3	3
Espacio aéreo (3)	3	2	3	3	2
Terreno abierto (3)	2	3	3	3	2
Accesibilidad (2)	3	3	2	2	3
Seguridad público (2)	3	2	2	2	3
Vientos predominantes (3)	2	3	3	3	3
Recuperación (3)	2	3	3	3	3
Cobertura GSM (1)	3	3	2	2	3
Permiso municipal (2)	3	3	2	3	3
Impacto ambiental (1)	3	3	2	3	3
Carga simbólica (2)	3	2	3	3	2
Total ponderado (max 78)	65	66	64	67	66

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

Puntuación 0-3 (0 = muy mala, 3 = óptima). Los pesos son sugeridos.

Lectura: todas las candidatas son viables. La elección final dependerá de la **dirección del viento del día**. La estrategia es **mantener dos candidatas activas hasta D-2** y seleccionar la óptima según predicción meteorológica.

9.4 Recomendación operativa

1. **Punto principal:** Hita (área de las eras / llanura norte) o Espinosa de Henares (vega sur), según viento.
2. **Punto reserva:** campo municipal de Jadraque (más controlado, plan B si meteorología obliga a posponer pero permite zonificar mejor).
3. **Validación obligatoria** mediante simulación de trayectoria D-3 / D-1 / D-0 con CUSF Tawhiri.

10. FECHAS RECOMENDADAS

10.1 Factores meteorológicos y operativos

Factor	Mejor época	Peor época
Vientos estratosféricos en chorro	Mayo-Junio y Septiembre-Octubre (corriente más débil)	Diciembre-Febrero
Vientos en superficie en Alto Henares	Mayo, Junio	Marzo (vientos fuertes)
Riesgo de tormenta	Junio tardío y agosto (riesgo aumenta)	Mayo es óptimo
Riesgo de incendios	Junio-Septiembre	Mayo es seguro
Calendario escolar	Mayo-Junio (con clase)	Julio-Agosto (no hay alumnado disponible)
Luz solar para vídeo	Mayo-Junio (días largos, sol alto)	Diciembre
Disponibilidad de familias	Sábado lectivo / domingo	Lunes a viernes en hora lectiva limita asistencia
Tramitación AESA	Cualquier mes con preparación previa	—
Facilidad de recuperación	Mayo (terreno seco, no encharcado, vegetación menos densa)	Marzo-Abril

10.2 Ventanas preferentes propuestas

Prioridad	Ventana	Justificación
PRIMARIA	Sábados de 24-30 de mayo 2027	Pleno periodo escolar, vientos generalmente débiles, calor moderado, días largos, riesgo de incendios aún bajo
SECUNDARIA	Sábados 6-13 de junio 2027	Aún periodo lectivo; algo más cálido; previsiones razonables
TERCIARIA	Sábados 17-24 de abril 2027	Aún fresco; menos óptima por mayor variabilidad (dependiente de validación oficial" donde corresponde)

10.3 Fechas alternativas / de contingencia

Prioridad	Fechas	Justificación
Alt. 1	3 de octubre 2027	Inicio del siguiente curso si el lanzamiento se pospone
Alt. 2	24 de octubre 2027	Otoño seco, antes de lluvias intensas
Alt. 3	8 de mayo 2027	Si la ventana primaria se cancela

10.4 Criterios de cancelación / aplazamiento (D-1)

REGLA DE ORO: En caso de duda razonable, **se cancela**. La seguridad y la simplicidad administrativa priman sobre el evento mediático.

Se cancela / aplaza si:

- **Viento en superficie** > 8 m/s (28 km/h) sostenido en hora de lanzamiento.
- **Ráfagas** > 12 m/s (43 km/h).
- **Probabilidad de tormenta** > 30% en radio de 20 km en las 4 horas siguientes al lanzamiento.
- **Trayectoria predicha** termina en zona urbana densa, autovía/AVE, embalse, parque natural cerrado o terreno inaccesible.
- **Trayectoria predicha** atraviesa CTR/TMA crítica de Madrid-Barajas.
- **NOTAM no publicado** a tiempo o autorización AESA pendiente.
- **Equipo de recuperación incompleto** (mínimo 2 vehículos, 4 personas).
- **Riesgo de incendio forestal** declarado nivel rojo por JCCM.
- **Emergencia local** (Protección Civil declara alerta por cualquier motivo).

11. SEGURIDAD Y RIESGOS

11.1 Matriz de riesgos

Convenciones — **Probabilidad** (B=Baja, M=Media, A=Alta); **Impacto** (B=Bajo, M=Medio, A=Alto, C=Crítico).

#	Riesgo	Prob.	Impacto	Medidas preventivas	Plan de contingencia	Responsable
R001	Denegación o retraso de permisos AESA	M	A	Solicitar 90 días antes; carpeta documental completa; reunión preparatoria	Aplazar a ventana secundaria	Responsable legal
R002	Mal tiempo el día del lanzamiento	A	M	Ventana principal + alternativas; criterios D-1 claros	Aplazar; mantener buffer presupuestario	Responsable técnico
R003	Pérdida total de la carga útil	M	A	Doble sistema GPS; placa identificativa; predicción de trayectoria	Búsqueda extendida 24-48 h; contacto con autoridades locales	Equipo de recuperación
R004	Caída en zona inaccesible (acantilado, embalse)	B	A	Predicción de trayectoria; cancelar si trayectoria desfavorable	Búsqueda con dron; aceptar pérdida si compromete seguridad	Equipo de recuperación
R005	Caída en carretera con tráfico	B	C	Cancelar si trayectoria atraviesa autovías	Llamada inmediata a 112; señalización; recuperación con coordinación DGT	Responsable de proyecto
R006	Impacto contra tendido eléctrico	B	A	Predicción evita líneas conocidas; carga ligera	No tocar; llamar a compañía eléctrica (Iberdrola / Unión Fenosa Distribución)	Equipo de recuperación
R007	Caída en cultivo / propiedad privada	A	B	Comunicación previa con propietarios cuando se identifique zona; placa identificativa	Pedir permiso de acceso; valorar compensación simbólica	Responsable de proyecto
R008	Fallo GPS principal	M	A	Sistema redundante (APRS+GSM); pruebas previas	Activar segundo sistema; búsqueda visual desde predicción	Responsable técnico
R009	Fallo cámara primaria	M	M	Cámara redundante secundaria; carga completa de baterías; pruebas 3 h a -20 °C	Si cámara secundaria graba, salvado parcial	Responsable técnico
R100	Fallo de baterías por frío	M	A	Litio primario L91/L92; aislamiento térmico; calentador opcional	Diseño tolerante: si una falla, sistema principal sigue	Responsable técnico
R111	Lesión / accidente a alumno durante actividad	B	C	Briefing de seguridad; zona delimitada; ratios docentes; primeros auxilios	Activar 112; profesor responsable a urgencias	Responsable educativo
R112	Lesión a tercero (curioso)	B	A	Perímetro delimitado con cinta; presencia de Protección Civil	Activar 112; protocolo de seguro	Responsable de proyecto
R113	Fuga de helio en operación	B	B	Manómetro calibrado; manipulación por adulto único; al aire libre	Cerrar válvula; ventilación; sin riesgo significativo dada operación al aire libre	Operador globo

#	Riesgo	Prob.	Impacto	Medidas preventivas	Plan de contingencia	Responsable
R 1 4	Manipulación inadecuada de helio (asfixia por inhalación recreativa)	B	A	Instrucciones claras al equipo; menor distancia entre boca y válvula prohibida	Si ocurre, retirar a aire libre; 112 si síntomas	Operador globo
R 15	Brecha de datos personales	B	M	Cifrado de bases; minimización; cumplimiento RGPD	Plan de actuación RGPD; notificación AEPD si afecta a datos personales	Responsable legal
R 1 6	Imágenes de menores publicadas sin permiso	B	A	Doble autorización (familia + centro); revisión previa a publicar	Retirada inmediata; petición de disculpas	Responsable de comunicación
R 17	Sobrecostes presupuestarios	M	M	Margen contingencia 15%; control mensual de presupuesto	Renegociar partidas; recurrir a patrocinio adicional	Responsable económico
R 1 8	Retraso administrativo en transferencia de fondos	A	M	Carta de compromiso firmada con calendarios; gestión proactiva	Anticipos puente (AMPA / mancomunidad); reprogramación	Responsable económico
R 1 9	Conflicto entre centros o entre municipios	B	M	Comité paritario; gobernanza clara; comunicación regular	Mediación del director del CRA / mancomunidad	Comité promotor
R 2 0	Baja repentina del responsable técnico	B	A	Documentación exhaustiva; segundo responsable formado	Activar segundo responsable; valorar aplazar	Comité promotor
R 2 1	Aparición del proyecto en medios sin coordinación	M	M	Política de comunicación clara; portavoz único; redes sociales centralizadas	Nota correctora; gestión de medios	Responsable de comunicación
R 2 2	Globo no asciende (fallo de inflado / globo defectuoso)	B	A	Pruebas en frío de globos almacenados; cantidad de helio precalculada con margen; globo de reserva	Reinflado con globo de reserva; aplazamiento si no es posible	Operador globo
R 2 3	Caída en zona de la red de carreteras de la JCCM	B	A	Predicción evita; cancelar si previsto	Coordinación con DGT / Tráfico Municipal	Responsable proyecto
R 2 4	Caída en cuerpo de agua (embalse de Alcorlo, río Henares)	B	A	Predicción evita	Acceso en barca solo con autoridades; valoración riesgo/beneficio	Equipo de recuperación
R 2 5	Día del lanzamiento coincide con alerta sanitaria / pandémica	B	A	Plan operativo respeta normativa sanitaria vigente	Cancelación / aplazamiento	Comité promotor
R 2 6	Animales o ganado en zona de aterrizaje	M	B	Comunicación con propietarios; placa identificativa visible	Recuperación cuidadosa	Equipo de recuperación

#	Riesgo	Prob.	Impacto	Medidas preventivas	Plan de contingencia	Responsable
R 2 7	Reentrada en propiedad militar / zona vetada	B	A	Predicción excluye estas zonas; aborto del vuelo si dirección virara	Coordinación con autoridad militar / Guardia Civil	Responsable proyecto
R 2 8	Lluvia inesperada estropea ceremonia pero no impide vuelo	M	B	Carpa o pabellón cubierto cerca; plan B audiovisual	Continuar con vuelo, ceremonia interior	Responsable comunicación
R 2 9	Falta de cobertura mediática	M	B	Plan de comunicación; convocatorias formales	Aprovechar redes sociales	Responsable comunicación
R 3 0	Difusión de datos científicos antes de revisión	M	M	Embargo de 48 h tras vuelo; revisión por tutor científico	Comunicado corrector	Responsable comunicación

11.2 Plan general de seguridad de la jornada

1. **Zona Bravo (acceso público):** familias, prensa, autoridades; cinta perimetral con distancia mínima de 30 m al punto de inflado.
2. **Zona Alpha (operativa):** equipo técnico, máximo 8 personas, con dorsales identificativos. Único acceso a la botella de helio y al globo.
3. **Zona Crítica de inflado:** durante el inflado, **solo dos operadores** (uno sosteniendo el globo, otro la válvula), todo el resto retrocede 10 m.
4. **Cuenta atrás verbal en alto:** 60 s, 30 s, 10 s, 3-2-1-suelta.
5. **Briefing del equipo D-30 minutos** con todos los roles definidos.
6. **Botiquín, extintor, agua, comunicaciones:** presentes y verificados.
7. **Vehículos de seguimiento** listos y con depósito lleno.

12. PLAN DE TRABAJO

12.1 Cronograma general (10 meses)

Mes	Hito principal
Septiembre 2026 (M0)	Aprobación institucional, constitución del comité, primera comunicación pública
Octubre 2026 (M1)	Diseño pedagógico cerrado; identidad visual definida; plan de captación de fondos
Noviembre 2026 (M2)	Compromisos económicos firmados; diseño técnico cerrado; pedidos largos (globo, electrónica)
Diciembre 2026 (M3)	Llegada de material; primeros talleres en aula
Enero 2027 (M4)	Talleres avanzados en aula; primer prototipo de carga útil; pruebas de electrónica
Febrero 2027 (M5)	Pruebas térmicas (congelador); pruebas de cámara; mock-up de jornada
Marzo 2027 (M6)	Tramitación AESA presentada (≥ 30 días antes); confirmación logística; comunicación a familias
Abril 2027 (M7)	Verificación final; ensayo general; difusión previa
Mayo 2027 (M8)	LANZAMIENTO (ventana primaria)
Junio 2027 (M9)	Análisis de datos; edición de vídeo; exposición itinerante; memoria final

12.2 Detalle de fases

Fase 0 — Aprobación institucional (septiembre 2026)

- Sesiones informativas en cada consejo escolar.
- Acuerdo formal en mancomunidad y ayuntamientos.
- Constitución del comité promotor con acta (modelo en anexos).

Fase 1 — Diseño pedagógico (octubre 2026)

- Reunión de equipo docente intercentros.
- Selección de experimentos definitivos.
- Calendario de talleres por centro.
- Materiales didácticos preparados.

Fase 2 — Diseño técnico (octubre-noviembre 2026)

- Definición de cadena de vuelo.
- Compra de globo y paracaídas.
- Diseño de electrónica.
- Coordinación con radioaficionado colaborador.

Fase 3 — Presupuesto y financiación (octubre-noviembre 2026)

- Captación de fondos cerrada en noviembre.
- Apertura de cuenta del proyecto (cuenta de la mancomunidad o de la AMPA del CRA o de la cooperativa escolar — verificar modelo más eficiente).

Fase 4 — Permisos (enero-marzo 2027)

- Solicitud AESA presentada en marzo (~60-75 días antes).
El documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

- Coordinación con ayuntamientos.
- Contratación de seguro.

Fase 5 — Talleres en centros (diciembre 2026-abril 2027)

- Calendario por aula y por experimento.
- Visitas cruzadas entre centros del CRA.
- Sesiones específicas en IES Jadraque para electrónica avanzada.

Fase 6 — Pruebas (febrero-abril 2027)

- Termal (-30 °C, 3 h).
- Vibración (transporte controlado).
- Caída amortiguada (test de impacto).
- GPS al aire libre durante 6 h.
- Inflado mock con globo de prueba menor.

Fase 7 — Lanzamiento (mayo 2027)

- Día D: ver checklist en anexos.

Fase 8 — Recuperación (mismo día)

- Equipo desplegado en sus posiciones.
- Tracking en tiempo real.
- Recogida con foto-acta del lugar.

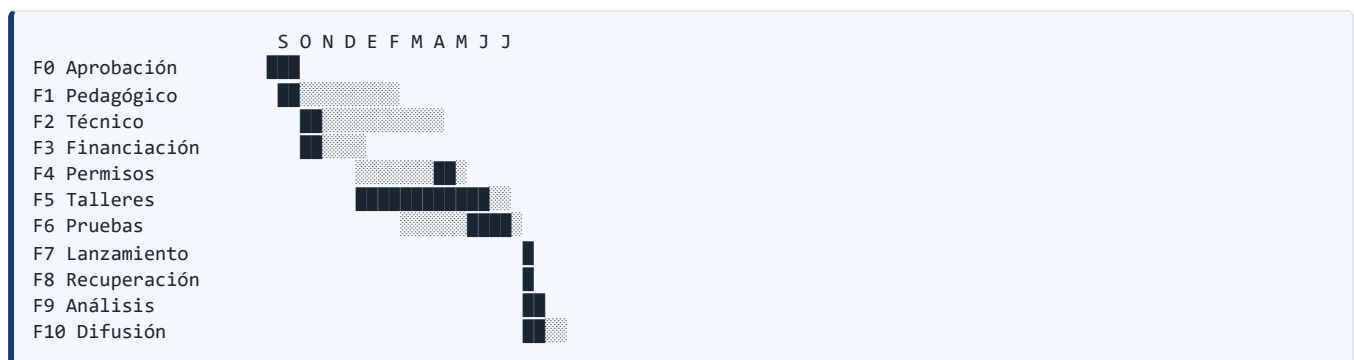
Fase 9 — Análisis (mayo-junio 2027)

- Descarga de datos en sesión pública en el IES.
- Procesamiento por alumnos de Bachillerato.
- Edición de vídeo por alumnos de Imagen y Sonido / ESO.

Fase 10 — Difusión (junio 2027 y siguientes)

- Acto público en cada localidad.
- Exposición itinerante.
- Memoria final y dataset abierto.

12.3 Gantt simplificado



AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación")
 Legenda: ■ trabajo intensivo · ▨ trabajo de seguimiento · □ espacio en blanco = sin actividad.

13. ORGANIZACIÓN Y GOBERNANZA

13.1 Estructura organizativa



13.2 Roles y responsables

Rol	Persona orientativa	Funciones
Director/a del proyecto	Dirección CRA La Encina	Liderazgo institucional, representación pública
Coordinador/a pedagógico/a	Docente designado del CRA	Coordinación de experimentos y talleres
Coordinador/a técnico/a	Docente de IES Jadraque (Tecnología/TIC/Física) o colaborador externo	Diseño y operación del vuelo
Responsable legal y permisos	Secretaría municipal de mancomunidad o asesor jurídico voluntario	Tramitación AESA, contratos, seguros
Responsable económico	Tesorería de mancomunidad o de AMPA	Presupuesto, pagos, justificación de subvenciones
Responsable de comunicación	Voluntario con experiencia en redes / prensa	Plan de comunicación, redes, prensa
Responsable por centro (×6)	Un docente por centro del CRA + Jadraque	Coordinación local
Equipo de recuperación (5-7)	Voluntarios con vehículo y experiencia	Persecución y recogida
Equipo audiovisual	Alumnos de Imagen y Sonido + un técnico voluntario	Captación y edición de vídeo
Operador APRS / radio	Radioaficionado titulado colaborador	Tracking de radio
Operador globo	Adulto designado, único	Inflado y suelta

13.3 Matriz RACI (extracto)

R = Responsable de ejecución · **A** = Aprobación (única persona) · **C** = Consultado · **I** = Informado

Actividad / Rol	Director	Coord. Pedag.	Coord. Téc.	Resp. Legal	Resp. Económ.	Resp. Comu.	Centros	Recuperación	Audiovisual
Diseño pedagógico	A	R	C	I	I	C	C	I	I
Diseño técnico vuelo	I	C	R	A	C	I	I	C	I
Tramitación AESA	A	I	C	R	I	I	I	I	I
Compras	C	C	C	I	R/A	I	I	I	I
Talleres en aula	A	R	C	I	I	I	R	I	I
Comunicación externa	A	I	I	C	I	R	C	I	C
Día lanzamiento	A	C	R	C	I	R	C	R	R
Recuperación	I	I	C	I	I	I	I	R	C
Edición vídeo	I	C	I	I	I	A	I	I	R
Memoria final	A	R	R	C	C	C	C	C	C
Justificación subvenciones	A	C	C	C	R	C	C	I	I

14. PRESUPUESTO

Sección revisada a mínimos. El desglose completo por capas está en

06_PRESUPUESTO_PROVEEDORES_DETALLADO.md . Resumen ejecutivo:

Escenario	Total	Coste por alumno	Cuándo
0 – Mínimo Viable	~1.650 €	~8 €	Compromiso firme; ejecutable sin subvenciones grandes
1 – Ajustado	~3.300 €	~16 €	Si Diputación aporta
2 – Recomendado	~6.500 €	~26 €	Si JCCM/FECYT aportan

Filosofía: el escenario 0 garantiza un lanzamiento legal, seguro y recuperable con producción casera. El proyecto se escala solo cuando hay fondos reales. Las cifras de **10.000-22.000 €** del primer borrador se han **descartado como objetivo base**.

Lo que NO se negocia (en ninguno de los escenarios): - Globo de reserva (sin él, un fallo cancela el proyecto). - Tracking redundante (APRS + GSM, o dos GSM, o GSM + satelital). - Pilas litio L91 resistentes a frío. - Seguro RC ≥ 300.000 €. - Helio (no se sustituye por hidrógeno). - Autorización AESA + NOTAM + comunicaciones reglamentarias.

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

Anterior — Escenario A (referencia histórica)

Se mantiene a continuación el desglose detallado del primer borrador como referencia documental, pero **no es el escenario base**.

14.1 Escenario A — Básico DIY

Partida	Unid.	Cant.	C. unit.	Total	Proveedor orientativo
Globo látex 1.000-1.200 g	u	2	150 €	300 €	Stratoflights / Random Engineering
Helio (botella alquilada B50)	u	1	250 €	250 €	Air Liquide / Carbueros Metálicos
Paracaídas 120 cm	u	1	65 €	65 €	Spherachutes / kits HAB
Cuerda + mosquetones	lote	1	30 €	30 €	Decathlon
Caja EPS + aislamiento	lote	1	40 €	40 €	Leroy Merlin / online
Electrónica básica (ESP32 + sensores)	lote	2	80 €	160 €	Mouser / Aliexpress
GPS GSM tracker	u	1	80 €	80 €	Online
Cámara GoPro de segunda mano o equivalente	u	1	200 €	200 €	Wallapop / Cash Converters
Cámara secundaria económica	u	1	90 €	90 €	Online
Tarjetas microSD 128 GB	u	2	25 €	50 €	Online
Baterías litio L91 AA	u	16	3 €	48 €	Online
Powerbank robusto	u	1	35 €	35 €	Online
Material taller en aula (cables, herramientas)	lote	1	150 €	150 €	Varios
Cinta americana premium, bridas	lote	1	25 €	25 €	Ferretería
Placa identificación + impresión	u	1	15 €	15 €	Local
Seguro RC específico	u	1	400 €	400 €	Aseguradora
Comunicación y diseño gráfico	lote	1	250 €	250 €	Diseñador freelance / autoproducción
Cartelería y diplomas	lote	1	200 €	200 €	Imprenta local
Transporte y combustible (eq. recuperación)	lote	1	150 €	150 €	—
Subtotal directo				2.538 €	
Contingencia (20%)				508 €	
TOTAL (sin IVA donde aplique)				3.046 €	
TOTAL con margen ampliado				3.500 € — 5.500 €	

14.2 Escenario B — Recomendado

Partida	Unid.	Cant.	C. unit.	Total
Kit educativo completo (Stratoflights Edition Pro o equivalente)	u	1	3.500 €	3.500 €
Acompañamiento técnico día de lanzamiento (1 técnico, 1 día + dietas)	u	1	800 €	800 €
Globo de reserva	u	1	150 €	150 €
Cámara GoPro Hero 11/12 Black	u	1	400 €	400 €
Cámara secundaria (Insta360 GO o segunda GoPro usada)	u	1	250 €	250 €
Tarjetas microSD adicionales	u	4	25 €	100 €
GPS APRS dedicado (LightAPRS-W u Open-tracker)	u	1	180 €	180 €
GSM tracker de respaldo	u	1	80 €	80 €
Baterías L91 + powerbank	lote	1	100 €	100 €
Electrónica adicional (sensores, microcontrolador para experimento propio)	lote	1	250 €	250 €
Material taller en aulas (extendido)	lote	1	400 €	400 €
Helio (botella mayor B50)	u	1	350 €	350 €
Seguro RC ampliado	u	1	600 €	600 €
Producción audiovisual (cámaras de tierra, dron de cobertura del despegue)	lote	1	1.200 €	1.200 €
Edición vídeo profesional (1 vídeo principal + 2 cortes)	lote	1	800 €	800 €
Diseño gráfico, identidad visual, web	lote	1	1.000 €	1.000 €
Cartelería, vinilos, lonas, dorsales, dípticos	lote	1	600 €	600 €
Catering ligero jornada lanzamiento	lote	1	400 €	400 €
Transporte alumnado intercentros (autobús)	viajes	3	350 €	1.050 €
Honorarios tutor científico (asesor universitario)	lote	1	600 €	600 €
Material imprenta (memoria final, dossier de exposición)	lote	1	500 €	500 €
Tasas, gestión administrativa, registros	lote	1	200 €	200 €
Subtotal directo				13.510 €
Contingencia (15%)				2.027 €
Subtotal con contingencia				15.537 €
Ajuste de mercado (descuentos / sinergias)				-3.000 € a -5.000 €
TOTAL ORIENTATIVO				8.000 € – 12.000 €

14.3 Escenario C — Premium con empresa especializada

Partida	Total
Operación llave en mano por empresa especializada (incluye globo, gas, electrónica, cámara, seguro, AESA)	10.000 € – 14.000 €
Producción audiovisual profesional con dron y multicámara	2.500 € – 4.000 €
Tutor científico universitario	800 € – 1.500 €
Talleres formativos para profesorado (capacitación)	1.500 € – 3.000 €
Material didáctico complementario	800 € – 1.500 €
Eventos (acto público de presentación + exposición itinerante)	1.000 € – 1.500 €
Contingencia (10%)	–
TOTAL	15.000 € – 22.000 €

14.4 IVA

La mayoría de los suministros tienen IVA del **21%** (electrónica, kits, audiovisual). Algunos servicios educativos pueden estar **exentos** (formación reglada). Para subvenciones públicas, **el IVA recuperable no es subvencionable**; si la entidad no recupera IVA (caso habitual en mancomunidad o AMPA), sí se incluye.

Las cifras anteriores son **con IVA donde proceda**.

14.5 Contingencia recomendada

- Escenario A: **20%** (mayor incertidumbre).
- Escenario B: **15%**.
- Escenario C: **10%**.

15. FINANCIACIÓN

Versión revisada acorde a presupuestos mínimos. Detalle por escenario en

06_PRESUPUESTO_PROVEEDORES_DETALLADO.md (sección 6).

15.1 Modelo de financiación por escenarios

Escenario 0 — Mínimo Viable (1.650 €)

Fuente	Importe	%
Mancomunidad "Valle del Alto Henares"	500 €	30%
Ayuntamientos (5 municipios)	500 €	30%
AMPAs / cooperativa escolar	250 €	15%
Patrocinio privado local	300 €	18%
Recursos propios	100 €	6%

Escenario 1 — Ajustado (3.300 €)

Fuente	Importe	%
Mancomunidad	800 €	24%
Ayuntamientos (5 × 200)	1.000 €	30%
Diputación de Guadalajara	700 €	21%
JCCM	400 €	12%
AMPAs + patrocinio	400 €	12%

Escenario 2 — Recomendado (6.500 €)

Fuente	Importe	%
Mancomunidad	1.500 €	23%
Ayuntamientos (5 × 300)	1.500 €	23%
Diputación de Guadalajara	1.500 €	23%
JCCM	1.000 €	15%
FECYT (si convocatoria abierta, 70% cofinanciación)	700 €	11%
Patrocinio privado	300 €	5%

15.2 Líneas de subvención posibles

Cada convocatoria debe **verificarse en el DOCM, BOP Guadalajara y portales correspondientes en el momento de tramitar**. Se citan a continuación líneas que **históricamente** se han convocado y pueden ser pertinentes.

15.2.1 Diputación Provincial de Guadalajara

- Convocatorias anuales de **subvenciones a entidades locales para actividades culturales/educativas/juveniles**.
- **Plan Provincial de Cooperación a obras y servicios** (general; admite proyectos singulares).
- Línea de **lucha contra la despoblación [verificar denominación]**.

- Línea de **innovación educativa** o de **proyectos comarcales [verificar]**.

15.2.2 JCCM

- **Consejería de Educación, Cultura y Deportes:** convocatorias para innovación educativa, equipamiento, proyectos STEAM.
- **Consejería de Desarrollo Sostenible — Estrategia frente al Reto Demográfico [verificar denominación vigente]:** línea para proyectos de cohesión rural.
- **FCT / Erasmus+** si se contempla intercambio con centros de otros países.
- **Programa Carmenta** o equivalente: digitalización escolar (más para equipamiento estable).

15.2.3 Estado / Europa

- **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)** — línea de digitalización educativa (compleja para proyectos puntuales pero pertinente si se articula vía CRA).
- **Erasmus+ KA1/KA2** si se busca dimensión internacional.
- **FECYT — Convocatoria de Ayudas para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación:** línea recurrente, encaja muy bien con un proyecto como este. **Recomendado solicitar.**

15.2.4 Patrocinio privado

- **Empresas tecnológicas locales** (cooperativas eléctricas comarcales, empresas de telecomunicaciones, fabricantes industriales de la zona) **[VERIFICAR]**.
- **Banca rural:** Caja Rural, Globalcaja: programas de obra social y patrocinio.
- **Empresas de movilidad / vehículos** para apoyo a la recuperación.
- **Comercio local** mediante "padrinazgo simbólico" con menciones en cartelería.

15.3 Argumentario de justificación de la financiación pública

1. **Encaje territorial:** el proyecto se ejecuta en 5 municipios del medio rural en riesgo de despoblamiento.
2. **Impacto educativo cuantificable:** número de alumnos beneficiarios (verificar matrículas actualizadas) **≈ 200-300 alumnos.**
3. **Encaje sectorial:** cumple con líneas estratégicas de educación STEAM, ciencia ciudadana, transformación digital y cohesión territorial.
4. **Generación de hito mediático:** rentabilidad reputacional para las instituciones financiadoras.
5. **Sostenibilidad post-financiación:** el conocimiento y parte del equipamiento queda en los centros para ediciones futuras.
6. **Carácter colaborativo:** implica a 6+ administraciones, lo que demuestra capacidad de gobernanza multinivel.
7. **Carácter abierto:** datos, código y materiales se publican con licencia libre.

15.4 Calendario de captación de fondos

Mes	Acción
Septiembre 2026	Reuniones bilaterales con cada alcaldía y mancomunidad
Octubre 2026	Solicitud formal a Diputación
Octubre 2026	Solicitud formal a JCCM y FECYT
Octubre 2026	Apertura de cuenta del proyecto
Noviembre 2026	Compromisos firmados de todas las administraciones
Diciembre 2026	Captación patrocinio privado
Enero 2027	Cierre presupuestario

16. IMPACTO ESPERADO

16.1 Indicadores cuantitativos

Indicador	Meta	Fuente de verificación
Alumnos beneficiarios directos	≥ 200	Censo de centros
Familias implicadas	≥ 150	Autorizaciones firmadas
Centros implicados	5-6	Acuerdos firmados
Municipios participantes	5	Acuerdos plenarios
Apariciones en medios	≥ 10	Dossier de prensa
Publicaciones en redes	≥ 20	Captura de pantalla
Visitantes web del proyecto	≥ 5.000	Analítica web
Visualizaciones del vídeo final	≥ 10.000	YouTube Analytics
Datos científicos publicados	≥ 1 dataset abierto	Zenodo / portal de datos
Documentos pedagógicos reusables	≥ 1 unidad didáctica completa	Web del proyecto
Acción de exposición itinerante	≥ 5 (1 por localidad)	Memoria

16.2 Indicadores cualitativos

- Grado de satisfacción del alumnado (encuesta).
- Grado de satisfacción de familias.
- Grado de satisfacción de las administraciones financiadoras.
- Adquisición de vocabulario científico (test pre/post).
- Vinculación a continuidad: número de alumnos que manifiestan interés por estudiar ciencias.

16.3 Impacto territorial

- Refuerzo de la identidad comarcal del Alto Henares.
- Hito visible que se incorpora a la narrativa institucional de la mancomunidad y la Diputación.

- Atracción potencial de nuevas familias a los centros del CRA.
- Material reutilizable para promoción turística y patrimonial.

16.4 Continuidad futura

- Posibilidad de **edición anual** o bianual ("Misión Estratosfera II").
- Reutilización del equipamiento (sensores, electrónica) en aula.
- Creación de un **club aeroespacial escolar** en el IES.
- Posible enlace con proyectos similares en otras comarcas (red regional).

17. COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

17.1 Identidad del proyecto

- **Agencia / marca paraguas:** AEVAH — Agencia Espacial Valle Alto Henares.
- **Nombre de la misión:** MISIÓN ESTRATOSFERA.
- **Lema:** "De las aulas a la estratosfera".
- **Tagline secundario:** "La ciencia vuela alto desde el Valle del Alto Henares".
- **Paleta de color:** azul marino (#1B3A6B), rojo (#E4002B), cian hielo (#7EC8E3), naranja paracaídas (#F25C05), sobre fondo azul muy oscuro (#0A1A30).
- **Logotipo:** emblema circular tipo *meatball* (estética de agencia espacial) con las siglas **AEVAH** en rojo, órbita elíptica, estrellas y la leyenda «AGENCIA ESPACIAL VALLE ALTO HENARES» en el borde (`web/assets/Logo_AEVAH.png`).
- **Hashtags:** #AEVAH , #MisiónEstratosfera , #GloboSondaCRA , #CienciaRural , #ValleAltoHenares .
- **Sitio web:** campaña de misión multipágina en la carpeta `web/` (ver `web/README.md`).

17.2 Plan de comunicación

17.2.1 Audiencias

Audiencia	Mensaje clave	Canal preferente
Familias	"Tus hijos participan en un proyecto único"	Reuniones, circulares centro
Centros	"Aprendizaje real y memorable"	Claustros, intranet
Alcaldías y mancomunidad	"Vuestro municipio en la estratosfera"	Plenos, prensa local
Diputación / JCCM	"Inversión rentable en innovación rural"	Memorias, presentaciones
Prensa	"Hito educativo en la España rural"	Notas de prensa, ruedas, dossier
Comunidad científica	"Datos reales abiertos"	Zenodo, redes científicas
Comunidad maker	"Replicable, abierto"	GitHub del proyecto
Público general	"Sueño + ciencia + pueblo"	Redes sociales, vídeo final

17.2.2 Canales

- **Web/blog:** subdominio o sitio dedicado (Wordpress / Hugo) con cronología, datos y vídeo.

AEVAH · Misión Estratosfera — Expediente del proyecto · documento de difusión (datos marcados "pendiente de validación oficial" donde corresponde)

- **Redes:** Instagram (audiovisual), Twitter/X (rápido y prensa), YouTube (vídeo final), Facebook (familias y administraciones), TikTok (alumnado).
- **WhatsApp / Telegram** del proyecto (interno, con familias).
- **Prensa:** Nueva Alcarria, El Decano, Henares al Día, Cadena SER Guadalajara, RNE Castilla-La Mancha, TVE Castilla-La Mancha [**verificar contactos vigentes**].

17.2.3 Hitos comunicativos

Mes	Hito
Sept-Oct 2026	Anuncio público del proyecto
Diciembre 2026	"Estratos abre sus aulas": fotos de talleres
Febrero 2027	"Los sensores ya vuelan en el congelador"
Marzo 2027	Anuncio de fecha y lugar de lanzamiento
Abril 2027	Convocatoria de prensa, dossier
Día D	Cobertura en vivo (redes), nota de prensa post-vuelo
Mayo-Junio 2027	Estreno del vídeo final
Junio 2027	Exposición itinerante por las 5 localidades
Septiembre 2027	Acto de cierre con instituciones

17.3 Jornada pública de lanzamiento

- Programa orientativo (4 horas en jornada de sábado matinal):
- 09:00 – Apertura institucional (alcaldes + mancomunidad + director CRA + Diputación + JCCM).
- 09:30 – Charla divulgativa breve para asistentes.
- 10:00 – Inflado del globo.
- 11:00 – Lanzamiento (ventana 60 min).
- 11:15 – Refrigerio.
- 11:45 – Charla de seguimiento (mapa en directo).
- 13:00 – Cierre / partida del equipo de recuperación.

17.4 Exposición de resultados

- Exposición itinerante con paneles, vídeo y la cápsula recuperada.
- Calendario: una semana en cada localidad (centros y centro cultural municipal).
- Programa educativo paralelo: visitas guiadas por alumnado.

17.5 Presentación ante instituciones

- Sesión específica en el Pleno de cada ayuntamiento.
- Sesión en la asamblea de la mancomunidad.
- Sesión en la Diputación Provincial.
- Visita a la Consejería de Educación de la JCCM en Toledo (si encaja en agenda).

18. PROTECCIÓN DE MENORES Y DATOS

18.1 Bases legales

- **RGPD (UE 2016/679) y LOPDGDD 3/2018.**
- **Ley Orgánica 1/1996, de protección jurídica del menor.**
- **Ley Orgánica 8/2021, de protección integral a la infancia y la adolescencia frente a la violencia (LOPIVI).**

18.2 Autorizaciones familiares

- **Autorización de actividad:** salida al lanzamiento, participación en talleres.
- **Autorización de imagen y voz:** con cláusulas específicas para vídeo en directo, redes sociales y vídeo final.
- **Autorización de tratamiento de datos:** con base jurídica (consentimiento explícito).
- Modelo en `ANEXOS_DOCUMENTALES.md`.

18.3 Tratamiento de datos

- **Minimización:** solo se recoge lo imprescindible.
- **Finalidad limitada:** educativa y divulgativa, no comercial.
- **Conservación:** 5 años desde el lanzamiento, salvo solicitud de borrado.
- **Encargado del tratamiento:** el CRA La Encina actúa como responsable. Si se contrata empresa externa para edición de vídeo, se firma **contrato de encargado**.
- **Comunicación:** solo a entidades cofinanciadoras en formato agregado.

18.4 Imágenes y vídeo

- Doble filtro: autorización familiar + revisión previa por dirección del centro de los materiales que incluyan menores reconocibles.
- En caso de no autorización: respetar y proporcionar alternativa (otra ubicación del alumno en jornada o difuminado/pixelado).
- **Vídeo final:** revisado por el comité antes de su publicación.

18.5 Geolocalización y grabaciones aéreas

- La cámara aérea no apunta a personas reconocibles.
- Los datos GPS publicados serán los del globo, no los de personas.
- Los logs internos del proyecto no se publican íntegros si pudieran identificar viviendas particulares.

18.6 Participación en medios

- **Menores no aparecen** en directos televisivos o radiofónicos sin autorización familiar específica y presencia de adulto.
- **Portavocía:** por defecto, los portavoces son los **adultos** del proyecto. Alumnado puede intervenir con autorización.

18.7 Custodia de datos

- Servidor del CRA o nube institucional (Google Workspace for Education / Microsoft 365 Educación) con cifrado.
- Acceso restringido al equipo del proyecto.
- Eliminación segura tras el periodo de conservación.

19. SOSTENIBILIDAD

19.1 Gestión del residuo del globo

- Los globos de látex son **biodegradables** (látex natural), pero su descomposición es **lenta** (meses a años en función del entorno) y **no se debe abandonar**.
- **Recuperación obligatoria** del globo (los restos quedan junto al paracaídas).
- Si la recuperación del globo no fuera viable, **se documenta y se incluye en la memoria** como impacto a minimizar.

19.2 Recuperación de la carga útil

- Es **obligatoria** en cualquier escenario. No se "abandona" carga útil en territorio.
- Si la carga cae en lugar inaccesible (lago, embalse, acantilado), se coordina con autoridades para retirada en plazo razonable.

19.3 Minimización de plásticos

- Caja de EPS (no reutilizable) → se recicla en punto limpio tras el vuelo.
- Cinta americana → mínima cantidad necesaria.
- Componentes electrónicos → reutilizables en aulas tras descarga de datos.

19.4 Reutilización de componentes

Componente	Reutilización
Globo	No
Paracaídas	Sí (segundo vuelo o demostraciones)
Cápsula EPS	Posible reutilización si íntegra
Electrónica	Sí, completa, en aulas
Cámara	Sí
Cables, conectores, herramientas	Sí

19.5 Uso responsable de helio

- El helio es un recurso no renovable y limitado a escala global.
- **Compra ajustada al volumen necesario** (cálculo previo del free-lift).
- **Una sola botella B50 (~10 m³ aproximados) cubre con margen un lanzamiento.**

19.6 Alternativas

- **Hidrógeno:** descartado por seguridad escolar (ver sección 4).
- **Aire caliente:** no genera ascensión suficiente para alcanzar la estratosfera.
- **Globo solar:** viable solo para vuelos diurnos a baja altitud; no apto para este proyecto.

19.7 Compensación

- Plantación simbólica de **una encina por aula participante** en una jornada de cierre, con apoyo del Servicio de Medio Ambiente de la JCCM o de la Diputación.

Fin del documento maestro. Los **anexos administrativos** y la **presentación PPT** se publican en archivos separados.