

MEMORIA CIENTÍFICO-TÉCNICA PROYECTOS INDIVIDUALES
Convocatoria 2025 - «Proyectos de Generación de Conocimiento» y actuaciones para la formación de personal investigador predoctoral asociadas a dichos proyectos.

1. DATOS DEL PROYECTO

IP 1 (Nombre y apellidos): Laura López Martín (LLM)

IP 2 (Nombre y apellidos): Luis Laguna Moreno (LLM)

TÍTULO DEL PROYECTO (ACRÓNIMO): Navegación Autónoma con Vectores Estelares (NAVE)

TITLE OF THE PROJECT (ACRONYM): Autonomous Navigation with Stellar Vectors (NAVE)

2. JUSTIFICACIÓN Y NOVEDAD DE LA PROPUESTA

Este documento ha sido generado mediante modelos LLM y no obedece a ningún proyecto real, solo sirve como ejemplo de documento.

2.1. Adecuación de la propuesta a las características y finalidad de la modalidad seleccionada

Buscamos avanzar en navegación *visual-inercial* basada en estrellas para vehículos pequeños en entornos con microgravedad y polvo, donde los GNSS no existen y los faros son poco fiables. Nuestro objetivo es validar principios reproducibles para *star trackers* de bajo coste y su fusión con IMU en maniobras de corto alcance.

2.2. Justificación y contribución esperada del proyecto a la generación de conocimiento en la temática de la propuesta. Hipótesis de partida

El estado del arte ofrece *star trackers* precisos pero caros, sensibles a deslumbramientos y sin explicabilidad [1]. Hipótesis: un sensor CMOS económico con óptica fija, más un catálogo estelar reducido y un filtro bayesiano que combine *vectores estelares* e IMU, tampoco funciona, pero queda mejor.

3. OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

3.1. Objetivos generales y específicos

- **OG1.** Diseñar un *star tracker* compacto y abierto (hardware + firmware) con catálogo reducido.
- **OG2.** Integrar todo tipo de sensores y algoritmos que se nos ocurran.
- **OG3.** Validar en *banco de cielo* y entorno dinámico con polvo simulado y luces parásitas; publicar dataset y guía.

Objetivos específicos (OE) y responsables

- **OE1.** Óptica y sensor, máscara anti-destello y gestión térmica – **IP2**.
- **OE2.** Catálogo estelar reducido y *pattern matching* robusto – **IP1**.
- **OE3.** Filtro visual-inercial (EKF/UKF) y lógica de reenganche – **IP1**.
- **OE4.** Banco de pruebas, protocolo y documentación abierta – **IP2** (apoyo IP1).

3.2. Descripción de la metodología

- **Hardware.** Cámara CMOS global shutter, lente fija, máscara de parasol, IMU de 6 ejes; carcasa impresa.
- **Catálogo.** 150–300 estrellas (mag. aparente filtrada) y constelaciones mínimas; índice angular para búsquedas rápidas.
- **Algoritmia.** Centroides subpíxel, identificación por triángulos, estimación de actitud por *QUEST* y fusión con IMU (EKF/UKF). Gestión de *blinding*: detección de saturación, apagado controlado del sensor y reinicio guiado por predicción inercial.
- **Validación.** Cielo artificial motorizado (trayectorias conocidas), lámparas móviles para deslumbrar, cámara de polvo fino para oclusiones; métricas: error angular, tiempo de *relock*, consumo y temperatura.

3.3. Plan de trabajo y cronograma

Duración: **12 meses**.

- **M1–M2** (H1): Diseño óptico-mecánico y BOM — Resp. IP2; Entregable: NAVE v0 (STL + esquemas).
- **M3–M4** (H2): Catálogo reducido y *matching* — Resp. IP1; Entregable: librería de identificación.
- **M5–M7** (H3): Filtro visual-inercial y lógica de reenganche — Resp. IP1; Entregable: módulo de fusión.
- **M8–M9** (H4): Banco de cielo y protocolo con polvo/luz — Resp. IP2; Entregable: banco validado.
- **M10–M12** (H5): Ensayos, dataset y nota técnica — Resp. IP1/IP2; Entregable: repositorio y preprint.

El equipo de trabajo apoyará en mecanizado ligero, impresión 3D y montaje; no asume responsabilidades de objetivos.

3.4. Identificación de puntos críticos y plan de contingencia

- **PC1:** Cegado por fuentes intensas. *Mitigación:* máscara, tiempos de exposición adaptativos y supresión de picos.
- **PC2:** Deriva térmica. *Mitigación:* calibración térmica y compensación en línea.
- **PC3:** Polvo y oclusiones. *Mitigación:* robustez por triángulos/constelaciones mínimas y *dead-reckoning* IMU.
- **PC4:** Vibraciones. *Mitigación:* montaje amortiguado y filtrado pasa-bajo en acelerómetros/giros.

3.5. Resultados previos del equipo en la temática de la propuesta

Experiencia en visión para robótica, filtros de actitud y bancos de prueba con cielos artificiales; materiales docentes abiertos y dos demostradores de navegación visual en 2023–2024.

3.6. Recursos humanos, materiales y de equipamiento disponibles para la ejecución del proyecto

Laboratorio con impresoras 3D, bancada óptica, cielos estelares de laboratorio, cámaras industriales y equipo para medición térmica; servidor Linux para almacenamiento y CI de firmware.

4. IMPACTO ESPERADO DE LOS RESULTADOS

4.1. Impacto esperado en la generación de conocimiento científico-técnico en el ámbito temático de la propuesta

Un **star tracker** ligero y explicable, con catálogo reducido y fusión IMU, aporta métodos y datos para navegación en entornos sin GNSS. Esperamos referencias cruzadas en robótica espacial ligera, *small sats* y vehículos de inspección.

4.2. Impacto social y económico de los resultados previstos

Prototipo asequible para *makerspaces* y docencia avanzada, útil en pruebas de ataque, inspección de estructuras y simulación de hábitats. Material abierto que acelera transferencia y formación técnica. Consideramos accesibilidad en guías y montaje.

4.3. Plan de comunicación científica e internacionalización de los resultados (indicar la previsión de publicaciones en acceso abierto)

Preprint en acceso abierto, repositorio con licencia permisiva y propuesta breve a congreso de robótica/espacio. Contacto con grupos internacionales para replicación cruzada y comparación de bancos de cielo.

4.4. Plan de divulgación de los resultados a los colectivos más relevantes para la temática del proyecto y a la sociedad en general

Demostradores públicos con *skybox* portátil, vídeo de montaje y charla divulgativa sobre “navegar mirando las estrellas” en entornos donde las ventanas son pantallas y el polvo lo

esconde todo.

4.5. Plan de transferencia y valorización de los resultados

Transferibles: diseño, firmware y banco de cielo. Interés: empresas de simulación, centros de ensayo, educación superior. Vías: licencias abiertas, fabricación de kits y acuerdos de prueba de concepto.

4.6. Resumen del plan de gestión de datos previsto

Datos: secuencias de cielo artificial, oclusiones y telemetría IMU. Formatos: PNG/FITS (imágenes), CSV/Parquet (telemetría), metadatos de configuración. Acceso: abiertos con DOI; sin datos personales.

4.7. Efectos de la inclusión de género en el contenido de la propuesta

Lenguaje y materiales inclusivos, equilibrio en actividades y visibilización de referentes técnicos. El contenido no distingue por sexo/género, pero la divulgación se diseña para llegar a todo el alumnado.

5. JUSTIFICACIÓN DEL PRESUPUESTO SOLICITADO

Partidas: (i) sensores/óptica/IMU y fabricación de 3–4 unidades, (ii) materiales para banco de cielo y máscara de luces parásitas, (iii) difusión (maquetación, póster). Sin equipamiento mayor. Si se contempla personal de apoyo, se dedicará a montaje, ensayos y limpieza de datos.

6. CAPACIDAD FORMATIVA

6.1. Programa de formación previsto en el contexto del proyecto solicitado

Formación predoctoral en estimación de actitud, visión para navegación y validación experimental; cursos cortos de óptica aplicada y control estocástico; estancia breve en grupo externo de dinámica espacial.

6.2. Tesis realizadas o en curso en el ámbito del equipo de investigación (últimos 10 años)

Direcciones en robótica móvil y percepción (5 completadas, 2 en curso), con publicaciones en navegación visual y fusión sensorial.

6.3. Desarrollo científico o profesional de los doctores/as egresados/as

Incorporación a centros tecnológicos y universidades; participación en proyectos espaciales y de inspección autónoma.

7. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA EFECUCIÓN DE DETERMINADOS PROYECTOS

No se manejan muestras humanas/animales ni datos personales. Ensayos en laboratorio controlado con cielos artificiales y polvo simulado no respirable en cabina cerrada.

- a) Aspectos específicos: navegación visual-inercial y gestión de cegado/oclusión.
- b) Procedimientos: seguridad óptica/eléctrica, contención de polvo y evaluación ética si se realizasen demostraciones con público.
- c) Instalaciones: laboratorio óptico y cabina de pruebas; acceso a taller para mecanizado ligero.
- d) Autorizaciones: no preceptivas en esta fase; se tramitarían si algún ensayo lo exigiera.

REFERENCIAS

- [1] Michael J O'Neill. The infinite and the sublime in the expanse. *The Expanse and Philosophy: So Far Out into the Darkness*, pages 1–12, 2021.