ANEXO I: DESCRIPCIÓN DE NECESIDADES Y RETOS

PROGRAMA CPI ESPACIO JUNTA DE ANDALUCÍA

Proyecto CPI "SpaceInnova Andalucía"

RETO I: SOLUCIONES INNOVADORAS DE MONITORIZACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN ESTRATÉGICA Y TÁCTICA EN EL DESPLIEGUE DE EMERGENCIAS EN ANDALUCÍA 3

1. ANTECEDENTES 3

1.1 Contexto 3

1.2 Necesidades actuales 3

1.3 Alineamiento del reto con políticas y estrategias del ámbito espacial 5

2. DESCRIPCIÓN DEL RETO 6

3. CASOS DE USO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS POR RIESGOS NATURALES Y TECNOLÓGICOS 8

4. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID 10

RETO II: EL ESPACIO COMO HERRAMIENTA HABILITANTE PARA LA LUCHA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN ANDALUZA 12

1. ANTECEDENTES 12

1.1 Contexto 12

1.2 Necesidades actuales 12

1.3 Alineamiento del reto con políticas y estrategias del ámbito espacial 14

2. DESCRIPCIÓN DEL RETO 15

3. CASOS DE USO DE APOYO A PLANES DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES 17

4. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID 18

RETO III: SOLUCIONES ESTRATOSFÉRICAS HAPS PARA LA OBSERVACIÓN DE LA TIERRA A MUY ALTA RESOLUCIÓN COMO SOPORTE A LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL 20

1. ANTECEDENTES 20

1.1 La Observación del Territorio en la gestión medioambiental de Andalucía 20

1.2 Principales limitaciones de los sistemas actuales 21

2. NECESIDADES A SATISFACER 22

3. NUEVAS OPORTUNIDADES: LA TECNOLOGÍA HAPS 23

4. DESCRIPCIÓN DEL RETO 24

5. CASOS DE USO Y APLICACIONES DE INTERÉS PARA LA CSMAEA 26

6. ALINEAMIENTO DEL RETO CON POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DEL ÁMBITO ESPACIAL y AMBIENTAL 29

7. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID 31

RETO IV: PPP-RTK en la RAP. HABILITACIÓN DE SERVICIOS DE POSICIONAMIENTO PUNTUAL PRECISO-CINEMÁTICO EN TIEMPO REAL EN EL TERRITORIO ANDALUZ 32

1. ANTECEDENTES 32

1.1 Contexto 32

1.2 Necesidades actuales 32

1.3 Alineamiento del reto con políticas y estrategias del ámbito espacial 33

2. DESCRIPCIÓN DEL RETO 34

2.1 Planteamiento del reto 34

2.2 Carácter innovador y beneficios aportados 35

3. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID 35

RETO I: SOLUCIONES INNOVADORAS DE MONITORIZACIÓN PARA LA ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN ESTRATÉGICA Y TÁCTICA EN EL DESPLIEGUE DE EMERGENCIAS EN ANDALUCÍA

1. ANTECEDENTES

1.1 Contexto

La Consejería de Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, desde su Secretaría General de Interior, tiene entre sus funciones las derivadas de la Ley 2/2002, de 11 de noviembre, de **Gestión de Emergencias en Andalucía, en materia de emergencias y protección civil, y más recientemente, la prevención y lucha contra las emergencias ambientales causadas por los incendios forestales**.

Los equipos técnicos que conforman las diferentes estructuras y órganos operativos de estas entidades cuentan con una amplia trayectoria tanto en la gestión de emergencias como en la lucha contra los incendios forestales. Este bagaje les da la suficiente experiencia como para detectar las opciones de mejora para aumentar la eficiencia del servicio que prestan.

1.2 Necesidades actuales

A pesar del amplio conjunto de herramientas tecnológicas implementadas hasta el momento y con las que cuentan los equipos técnicos para prestar el mejor servicio al conjunto de la ciudadanía, de la forma más eficiente y preventiva posible, con el objetivo de mitigar de forma simultánea los posibles daños personales, materiales y naturales, existen en la actualidad necesidades en el territorio andaluz que no se pueden abordar de la forma más efectiva. Desde el punto de vista tecnológico, es debido a la **ausencia de capacidades de observación simultánea**, por la **necesidad de un mayor nivel de precisión** o por la **demanda de tecnologías innovadoras que aborden nuevos ámbitos y métodos de la observación, las telecomunicaciones, la aplicación de Inteligencia Artificial mediante soluciones de aprendizaje automático machine learning y deep learning o la navegación**.

Se mencionan a continuación algunas de las competencias de interés sobre las que se busca un mayor impacto basado en la consecución de nueva capacidad tecnológica:

- Es fundamental **disponer de información en tiempo real con datos de alta calidad**, que, mediante el análisis con herramientas IA embarcadas en los HAPS, permitan evaluar con precisión las situaciones de emergencia al objeto de la toma de decisiones de forma eficiente, ajustando la movilización de los recursos al alcance real de la emergencia.

- La observación de alta frecuencia con **acceso a cualquier zona de la región andaluza en pocas horas**.

- La obtención de características de alta frecuencia de revisita, con posibilidad de escoger los tiempos idóneos para la evaluación de determinados fenómenos. Este factor habilitaría la posibilidad de **adquirir gran cantidad de datos, cubriendo diferentes escalas de área y en tiempo real de forma bidireccional, de forma flexible, autónoma y precisa en todo el territorio andaluz**, evitando la dependencia de imágenes programadas a nivel temporal o imágenes de archivo.

- Mejorar la capacidad de respuesta en el conjunto de los cuerpos operativos, gracias a la observación en tiempo real de un punto determinado donde esté ocurriendo la emergencia o el

incendio y la **agilidad que supone el disponer del control de la ubicación y de la transmisión de datos desde los pseudosatélites**.

- La consecución de características de **muy alta resolución espacial** (centimétricas o decimétricas) para la monitorización y ampliación de la tecnología a nuevas aplicaciones.

- La consecución de **capacidad multisensora**, mediante la integración de sensores ópticos VIS/NIR/TIR/hiperespectrales, radar, LiDAR, sensores RGB, sensores térmicos o sensores atmosféricos.

- La observación en modo video y sistemas de **monitorización continua e indefinida** para disponer de una mayor información, **para mejorar la planificación de determinados eventos**.

- La posibilidad de impulsar las capacidades de **observación nocturna o bajo condiciones meteorológicas adversas**.

- El aumento de la **capacidad de procesamiento de datos a bordo** y comunicación de datos observados en tiempo real para facilitar la visualización en segmento terreno.

- La posibilidad de **disponer de sistemas embarcados de cambio flexible y dinámico de la escala** y el grado de detalle de las imágenes obtenidas y captura del detalle de forma nominal para todas las operaciones requeridas. Esta posibilidad de seleccionar el grado de enfoque sería de gran interés para aplicaciones con necesidades de sectorización automática de áreas más o menos amplias o requerimientos de definición cambiantes.

Por otra parte, **la monitorización y seguimiento tanto de las emergencias, como de los fenómenos naturales y sus posteriores consecuencias, así como de los procesos ambientales** (terremotos, maremotos, lluvias torrenciales, riadas, desbordamientos, deslizamientos de laderas y movimientos de tierra, dinámicas litorales, evacuaciones de personas y animales, localización de personas, detección de problemas de contaminación, vertidos incontrolados, incendios forestales y en zonas urbanas, accidentes múltiples en carreteras, etc..), **requieren de la adquisición de datos heterogéneos en tiempo real a partir de diferentes familias de sensores y de imágenes de alta resolución**. Estos barridos de datos deben ser **obtenidas desde aeronaves o satélites en momentos muy concretos y con una resolución temporal y/o espacial que no está al alcance de los satélites comerciales** o que serían excesivamente costosas de obtener mediante vuelos fotogramétricos, lo cual se convierte en una solución insostenible en la práctica.

En este sentido, la utilización de drones o aviones no tripulados (UAV) cubre una parte relativamente pequeña de estas necesidades. Sin embargo, presentan unos tiempos de respuesta que a veces son inadecuados y requieren la implicación de equipos humanos, perdiendo de esta forma la agilidad necesaria para muchas aplicaciones, y siendo muy costosas. De la misma forma, estos sistemas autónomos están sometidos a muchas restricciones de tipo legal (normativas de vuelo) y técnico (limitada autonomía), restringiendo su utilidad práctica a la obtención de información de extensiones de terreno muy acotadas, en áreas no pobladas y dentro de la línea de visión del piloto.

Por lo tanto, en base a esta situación de contexto de las limitaciones de los sistemas actuales, se abre la necesidad de **desarrollar soluciones pseudosatelitales de última generación que permitan aumentar las capacidades de observación de la Tierra a muy alta resolución y que habiliten el desarrollo de sistemas de monitorización multipropósito en el ámbito global de la gestión de las emergencias, para alcanzar las mayores cotas de eficiencia y prevención para mitigar de los daños** ocasionados en cada caso.

La disponibilidad de plataformas estratosféricas tipo HAPS (High-Altitude Platform Station) con altas capacidades de desplazamiento autónomo a nivel geográfico, integradas e interoperables con los sistemas IT actuales, y con posibilidad de observación continua, maximizaría las capacidades actuales para la toma de decisiones, minimizaría los tiempos de respuesta, ampliaría las capacidades de vigilancia, monitorización y control de aspectos medioambientales y de gestión de emergencias en toda la región andaluza, aumentando la flexibilidad en el proceso de adquisición de datos y optimizando los procesos de planificación frente a determinados eventos y catástrofes.

1.3 Alineamiento del reto con políticas y estrategias del ámbito espacial

Con el objetivo de plasmar la importancia de las soluciones planteadas, no solo desde un punto de vista de necesidades técnicas, sino en cuanto a su relevancia estratégica, en el marco del presente apartado se enmarca el reto con las diferentes estrategias y prioridades tecnológicas de innovación que le son de aplicación desde diferentes ámbitos, tanto políticos, tecnológicos, como de impulso empresarial.

Teniendo en cuenta las políticas **a nivel europeo**, los objetivos de los retos se alinean con las prioridades de investigación de la **Agencia Espacial Europea (ESA)** y **la EUSPA (la Agencia de la UE para el Programa Espacial)**, aportando soluciones que refuerzan el Programa Espacial de la Unión Europea y que permiten abordar mejoras en la gestión del medio ambiente y comprender y mitigar los efectos del cambio climático. En lo referente específicamente a los HAPS, el **programa Copérnico** de la ESA los ha incluido en su estrategia global como fuente de captación de información y de datos, como solución complementaria para determinadas aplicaciones en las que las imágenes obtenidas mediante observación satelital presentan carencias. De la misma forma, y teniendo en cuenta los casos de uso de la tecnología, la propuesta se enmarca dentro de las prioridades del **Pacto Verde Europeo** y de la **Ley Europea del Clima**, como herramienta para fomentar un uso más sostenible de los recursos naturales vegetales y del suelo, impulsar una gestión forestal y medioambiental más sostenible, materializar la reducción de emisiones contaminantes, descarbonizar los procesos y preservar los ecosistemas y la biodiversidad, velando por los servicios ecosistémicos.
Por último, hay que mencionar que evaluar la capacidad de HAPS para mejorar el seguimiento de multitud de cuestiones y aspectos relacionados directamente con un posible impacto positivo con los que avanzar en el cumplimiento de múltiples metas de las que conforman los objetivos de **Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas**.

A nivel nacional, los planteamientos de los retos se enmarcan dentro de las prioridades de investigación planteadas por la **Plataforma Tecnológica Aeroespacial Española (PAE)** y sus grupos de trabajo de la Agenda Estratégica de I+D+i en Espacio y Tecnologías Espaciales y por la **Agencia Espacial española**, como nodo de colaboración público-privada, fomento en el impulso de un tejido empresarial en el ámbito aeroespacial y precursor de las futuras Ley del Espacio y Plan Nacional del Espacio.
De la misma forma, se impulsan las prioridades de la **Estrategia Española de Desarrollo Sostenible**, principalmente en lo relativo a aspectos de sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso de recursos, cambio climático, conservación y gestión de los recursos naturales y ocupación del territorio, recursos hídricos, biodiversidad o usos del suelo y ocupación del territorio.
En cuanto a las Acciones Estratégicas definidas por la **EECTI (Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027)** y el **Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 (PEICTI)**, el reto se enmarca dentro de las Acción 4 “MUNDO DIGITAL, INDUSTRIA, ESPACIO Y DEFENSA” y sus líneas estratégicas “Inteligencia artificial y robótica”, “Fotónica y electrónica” y “Astronomía, Astrofísica y Ciencias del Espacio”, la Acción 5 “CLIMA, ENERGÍA Y

MOVILIDAD" y sus líneas "Cambio climático y Descarbonización", "Transición energética" y "Ciudades y ecosistemas sostenibles" y la Acción 6 "ALIMENTACIÓN, BIOECONOMÍA, RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE" en su línea estratégica "Exploración, análisis y prospectiva de la biodiversidad".

A nivel autonómico, el proyecto se enmarca dentro de las prioridades de las diferentes estrategias andaluzas que afectan a los ámbitos de sostenibilidad:

- **Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible 2030**, en sus áreas estratégicas de recursos naturales, calidad ambiental, cambio climático, innovación y TICs, competitividad y empleo verde y desarrollo rural.
- **Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático**.
- **Estrategia Andaluza de Biodiversidad Horizonte 2030**, como herramienta para cumplir los objetivos de impulsar la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en Andalucía y la mejora de sus hábitats naturales.

De la misma forma, se alinea con los aspectos de geodiversidad, conservación de los recursos naturales, y particularmente, del agua de **Pacto Andaluz por el Agua** y la **Estrategia de Digitalización del Agua de Andalucía**.

Por otro lado, el desarrollo de esta idea supone un interés estratégico para el **ANDALUCIA AEROSPACE Cluster Empresarial de Andalucía**, de cara a fomentar la colaboración público-privada, el impulso de la competitividad del sector aeroespacial andaluz y como palanca para la atracción de tejido empresarial a la CCAA. De la misma forma, se alinea con las prioridades de la **Estrategia Aeroespacial de Andalucía**, que fija como uno de sus objetivos el impulso de las tecnologías aeroespaciales para la monitorización de potenciales impactos ambientales.

De la misma forma, Andalucía apoya plenamente el objetivo del programa de la ESA de llevar a cabo proyectos de demostración de HAPS y poder contribuir con infraestructuras de terreno de los aeródromos de El Arenosillo (Huelva, gestionado por INTA) o Centro Atlas (Jaén), como posibles "estratopuertos" que apoyen vuelos de pilotos para HAPS.

2. DESCRIPCIÓN DEL RETO

En base a los antecedentes anteriores y a las necesidades identificadas, se describe el planteamiento general con el que se configura este reto planteado desde esta SGI.

Actualmente, la mayor parte de las necesidades identificadas en el apartado anterior, se intentan cubrir con una solución tecnológica o con una combinación de ellas, pero también asumiendo limitaciones técnicas (disponibilidad de medios, herramientas y técnicas), temporales (plazos) y de calidad. Para minimizar ese gap tecnológico, en los últimos años se han venido desarrollando, bajo diferentes soluciones, unas **nuevas plataformas estratosféricas** (del orden de 20 km altura) conocidas como **HAPS (High Altitud Pseudo Satellites)** que, con un impulso de I+D+i, podrían dar respuesta a las necesidades referidas y oportunidades para proporcionar productos y servicios mejorados. Para su habilitación como solución tecnológica multipropósito en el ámbito de la gestión medioambiental, aparte de **desarrollar los sistemas de monitorización adaptados a cada aplicación**, también es necesario innovar en procesos de **miniaturización de las tecnologías de comunicación y de los sensores compatibles para embarcar en estas plataformas**, dadas las limitaciones de peso y potencia que pueden soportar.

La primera parte del reto abordaría la **mejora de la instrumentación que permita la parametrización y seguimiento en tiempo real** de valores directamente asociados a las emergencias. En este sentido,

se pueden destacar la composición del aire en caso de un accidente grave en el que intervienen sustancias peligrosas, la tipología de hidrocarburo que se ha originado en una catástrofe de contaminación marina o el seguimiento de temperatura que permita la localización de personas en un terremoto. El estudio de parámetros que, si bien no tienen una correlación directa, permita predecir o **medir valores que afectan a la emergencia**, como comportamientos anómalos en el mundo animal asociados a los terremotos o incendios, medidas de las ondas en antenas de telefonía que se ven afectada por la pluviometría y fenómenos meteorológicos adversos, movimiento de masas de agua que permiten determinar indicios de ahogamientos o la posibilidad de ocurrencia de maremotos, seguimiento del número de equipos electrónicos en un área determinada que permita correlacionar información con la población afectada por una emergencia, etc…y la implementación de todos estos datos obtenidos en **simuladores**, que puedan mejorar su exactitud con el **uso de inteligencia artificial**. Este planteamiento permitiría **monitorizar la evolución del incidente o emergencia** para una óptima asignación de recursos **y disponer de los sistemas de comunicación necesarios para alcanzar una plena interoperabilidad con los sistemas terrestres**.

La segunda parte del reto se centraría en el **diseño, construcción e implementación de una plataforma pseudosatelital** de gran altitud, con una capacidad que permita cumplir las siguientes **especificaciones**:

- Funcionar habitualmente en torno a los 20.000 metros de altitud, por encima de la franja en la que opera la aviación convencional.
- Poseer una muy alta autonomía de vuelo (periodos de vuelo de varios meses).
- Reducir los niveles de contaminación que produce el uso de otras tipologías de aeronaves.
- Capacidad de observación persistente, permaneciendo fijos sobre una zona de observación concreta que sea escenario de alguna emergencia, evento de masas o catástrofes (terremotos, maremotos, lluvias torrenciales, riadas, desbordamientos, deslizamientos de laderas y movimientos de tierra, dinámicas litorales, evacuaciones de personas y animales, localización de personas, detección de problemas de contaminación, vertidos incontrolados, incendios forestales y en zonas urbanas, accidentes múltiples en carreteras, etc).
- Capturar información del territorio de forma sistemática, flexible, continua y controlada en su posicionamiento desde el segmento tierra, para detectar y monitorizar procesos de cambio, actualizaciones cartográficas o desarrollar tareas de vigilancia preventiva en eventos de masas, o ante cualquier emergencia, ya sea ésta en el medio rural como en el urbano.
- Transportar sensores de muy alta resolución para la observación de la Tierra, sistemas de monitorización atmosférica y/o equipos de comunicaciones que permitan operar en situaciones de emergencia en lugares donde la cobertura convencional no alcanza (sensores RGB, sensores térmicos, visibles, infrarrojos, hiperespectrales, sensores meteorológicos, pluviométricos, etc).

Con un sistema de estas características, la Consejería de Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, desde su Secretaría General de Interior en particular, y otras consejerías de la Junta de Andalucía de forma general, podrían hacer un uso (a demanda y programado) y explotación continua de dicha plataforma durante todo el año.

A nivel de **alcance** que debe abordar la solución, las **propuestas** pueden contemplar:

- Diseño y desarrollo de la plataforma HAPS o adaptación de alguna solución existente.
- Desarrollo y configuración de las cargas de pago y sistemas de monitorización.
- Miniaturización de las cargas de pago para optimizar la capacidad de la plataforma HAPS.

- Desarrollo de los sistemas necesarios para su mantenimiento y operación desde el segmento terreno.
- Soluciones para la mejora en el nivel de autonomía energética de las plataformas HAPS.
- Desarrollo de los sistemas de comunicación y transmisión de datos de forma ágil y en tiempo real desde los sensores de observación, para impulsar las capacidades de planificación en los procesos de toma de decisiones de las emergencias.
- Soluciones de procesamiento on-board de los datos (pre-procesado de los datos en crudo y tratamiento/filtrado de los datos.
- Desarrollo de soluciones software/hardware con Inteligencia Artificial.
- Construcción del sistema estratosférico integrado con las correspondientes cargas de pago.
- Integración robusta de todos los subelementos que conforman la solución integral.
- Definición de los procedimientos de seguridad aéreos del sistema estratosférico y de las cargas de pago embarcadas.
- Validación del sistema integrado en condiciones reales de operación.

3. CASOS DE USO DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS POR RIESGOS NATURALES Y TECNOLÓGICOS

La arquitectura tecnológica planteada, con el necesario conjunto de servicios profesionales e intelectuales y determinadas adaptaciones y especificidades evolutivas en los requerimientos recogidos como punto de partida, podrían cubrir determinados gaps y necesidades existentes a la hora de abordar la consecución de soluciones para las necesidades ya identificadas, e incluso algunas futuribles y que en la actualidad siguen sin respuesta en los diferentes mercados, en los procesos de gestión y operación de las Emergencias. Principalmente en aplicaciones en las que se hace necesario efectuar una **monitorización remota, continua y en tiempo real** con adquisición de información in-situ a través de redes de sensores a medida, frente a las inspecciones o visitas in situ necesarias en los actuales métodos clásicos. La validación de la tecnología en este reto, el cual es de alto interés y enorme impacto para la comunidad andaluza, se abordaría desde el punto de vista operacional en el ámbito de SpaceInnova:

Así, disponer de un **sistema que permita una monitorización continuada de una determinada zona donde se localiza y desarrolla una emergencia, aportando en tiempo real y simultáneamente múltiples flujos de información (o tipos de datos) entre los que se encuentran imágenes y vídeos de alta resolución**. Esta solución permitiría resolver muchas de las limitaciones actuales a la hora obtener una mayor cantidad de datos y de mayor valor añadido para la planificación y toma de decisiones en los múltiples procesos y procedimientos que se desencadenan en el momento de una emergencia.

Por todo lo anteriormente expuesto, estaríamos ante un escenario esperanzador y de gran impacto social, teniendo en cuenta las vidas que se podrían salvar, la mitigación en daños ambientales y estructurales, hasta la mejora en los tiempos de intervención para la restauración de los servicios públicos a la ciudadanía. Se detallan a continuación las necesidades más relevantes que conforman este reto:

1) Etapa de **prevención y análisis de riesgo**. La identificación de riesgos en Andalucía, debido a su ubicación y geografía, supone un trabajo continuado que conlleva una participación activa de todas las administraciones públicas y entidades privadas. En una primera aproximación a la

identificación de riesgos se parte de la información sobre ocurrencia de eventos que potencialmente puedan generar daños (estimación de peligrosidad), así como del análisis de aquellos elementos fundamentales que puedan verse afectados en base a su carácter y susceptibilidad de daño (estimación de vulnerabilidad).
Su visualización sobre bases cartográficas se muestra en los correspondientes mapas de peligrosidad, mapas de vulnerabilidad y mapas de riesgos, en relación con los diferentes eventos objeto de análisis.
El uso de esta plataforma HAPS potenciaría exponencialmente las tareas de análisis y gestión de los riesgos sobre los sistemas de información y de telecomunicaciones, mejorando así la resiliencia de los servicios digitales y la seguridad de la información, fortaleciendo el conocimiento y mejorando la antelación de la respuesta.

2) Etapas **durante los procesos de gestión de la emergencia**. La generación de información, tras la ocurrencia de la emergencia, a través de un redireccionamiento y posicionamiento adecuado de estos dispositivos que observarán y parametrizarán en continuo el área afectada, permitirá al CECOP un análisis integral de la situación para un adecuado asesoramiento técnico y apoyo ante la toma de decisiones a la Dirección de la Emergencia en las distintas situaciones de la operatividad. En este sentido, al CECOP deben ser remitidas todas las informaciones y avisos sobre la evolución de la situación y también será el centro transmisor de la distribución de tareas y recursos, por lo que debe mantener comunicaciones tanto con los Puestos de Mando Avanzados como, en general, con los distintos organismos y entidades implicados.

3) Etapas de **localización de personas desaparecidas** en el caso de terremotos, inundaciones o fenómenos meteorológicos adversos. Éste sigue siendo uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan los equipos de Emergencia, dado el corto espacio de tiempo con el que se cuenta para salvar el mayor número de vidas posibles. Contar desde el primer momento con el apoyo de un conjunto de sensores específicos dispuestos en un HAPS que cubra la mayor extensión posible del área afectada permitiría mejorar la búsqueda y planificar el rescate de las personas afectadas.

4) **Disminución de ahogamientos de bañistas en playas y embalses** mediante el uso de algoritmos de Inteligencia Artificial embarcada en los HAPS que detecten comportamientos anómalos de las superficies de las masas de agua. En este sentido, cada año aumenta de forma preocupante el número de personas que pierden la vida por ahogamiento en playas y embalses de Andalucía. Gracias a la arquitectura tecnológica planteada en esta CPI, sería posible explorar la posibilidad de minimizar el número de personas ahogadas.

5) **Localización de vertidos y monitorización de los mismos en tiempo real**. Identificar con claridad variables como el alcance del vertido, la composición de la materia vertida y los desplazamientos o avances que se produzcan.

6) **Análisis del estado atmosférico y de la contaminación** y peligrosidad del medio ambiente **en el entorno de accidentes en los que intervienen sustancias peligrosas**, ya sean instalaciones fijas o en el transporte de mercancías peligrosas.

7) **Identificación temprana de "super mareas" o "mareas vivas"**, con el fin de alertar a la población del peligro que puede suponer el baño en una determinada zona y franja horaria y evitar situaciones de alarma por percepción errónea de tsunami.

8) **HAPS como núcleo de una red neuronal bidireccional con todas las agrupaciones de voluntariado** de Protección Civil y los 785 municipios Andaluces. La solución permitiría la creación de un conjunto de algoritmos que permitan, mediante métodos de Deep Learning, desarrollar modelos

colaborativos basados en los reportes de incidencias que se reportan a los grupos locales de Protección Civil o la Policía Local.

9) **Evaluación anticipada en accidentes múltiples de carretera**. Gracias al uso de la tecnología E-Call, el conjunto de sensores embarcados en un HAPS permitiría al CECOP realizar un diagnóstico avanzado e inmediato de la situación y alcance real de la misma, permitiendo así dar la respuesta más eficiente y coordinada de todos los equipos de intervención

10) **Seguimiento del movimiento de grandes aglomeraciones de personas en eventos**, que permitan un diseño adecuado de los servicios necesarios. Esta parametrización del número aproximado de personas se podría realizar mediante el seguimiento desde un HAPS por distintas técnicas de conteo que permitan correlacionarlo con la población afectada: número de equipos electrónicos en un área determinada, metadatos extraídos gracias a las imágenes de alta resolución, etc.

11) **Apoyo en la búsqueda de personas desaparecidas**. El número de personas desaparecidas sigue creciendo cada año, por lo que una alternativa de enorme impacto sería contar con el apoyo de los sensores embarcados en un HAPS, ya que aportarían datos continuos y en tiempo real a los equipos de búsqueda. En este sentido, la posibilidad de disponer de datos en tiempo real sobre la ubicación/zona que se identifica como zona cero, combinada con modelos basados en algoritmos de datos complejos que permitan combinar datos históricos (edad, situación física, gustos, tendencias, posibles patologías, etc), con datos en tiempo real ofrecidos desde el equipamiento embarcado, permitiría acotar o discriminar zonas de búsqueda, dirigir a los equipos de tierra hacia determinadas áreas en las que se hayan podido obtener algún indicio, realizar seguimientos en tiempo real de los equipos de búsqueda en grandes extensiones de terreno donde la cobertura de telefonía es baja o inexistente y determinar posibles necesidades de estos equipos. Estas soluciones siguen sin ser exploradas por los diferentes mercados, siendo cada vez más necesarias para los equipos de Emergencia.

12) **Optimización personalizada de la movilización de recursos adecuados y necesarios para cada emergencia**, a través de la información adecuada y de calidad, que permitan tomar decisiones eficientes y en el menor espacio de tiempo posible.

La aportación de datos procedentes de múltiples fuentes de información, como son las diferentes familias de sensores, y más aún cuando entre dichos datos se encuentran disponibles imágenes y vídeos de muy alta resolución con flexibilidad total a la hora de controlar la zona y el momento a monitorizar, sería clave para alcanzar una nueva dimensión en la gestión de las Emergencias. Al mismo tiempo, se solventarían las limitaciones que ofrece el uso de drones o satélites comerciales en la actual gestión de los procedimientos que se llevan a cabo, ya que los drones no se muestran como una herramienta efectiva cuando se trabaja a escala regional, y el uso de satélites comerciales de muy alta resolución proporciona altas capacidades de cobertura geográfica, pero tienen la limitación del alto coste y estar condicionados por su sometimiento a órbitas fijas (limitación en la calidad y temporalización del dato).

4. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID

El proyecto "SpaceInnova Andalucía" se presentará a la **Línea FID (Fomento de la Innovación desde la Demanda), financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN)** y que impulsa actuaciones orientadas a fomentar el uso de la Compra Pública Innovadora (CPI) entre los distintos organismos y

entidades del sector público. Esta línea de actuación se desarrolla en el marco del Programa Operativo Plurirregional de España (POPE) de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER). Este factor convierte al MCIN en el principal financiador de la Compra Pública de Innovación en España, a través de esta línea de ayudas.

Teniendo en cuenta las bases reguladoras para la concesión de ayudas públicas en el marco de la Línea FID para la Compra Pública de Innovación y las prioridades de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía (CUII) y la Consejería de Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, desde su Secretaría General de Interior, de cara a potenciar las características diferenciadoras de los recursos y el mapa industrial presentes en Andalucía, se han definido una serie de indicaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de enviar candidaturas:

- Las **propuestas** están **abiertas a ampliar el alcance y las capacidades de explotación de la tecnología planteada** para la consecución del reto, en base al conocimiento directo de los últimos avances en tecnología satelital, HAPS y cargas de pago con sistemas de alta resolución para las aplicaciones de gestión de emergencias. En este sentido, se analizarán propuestas basadas en otras tecnologías que den respuesta a los retos planteados.
- Las propuestas deben adaptarse a los requerimientos que exige una Compra Pública de Innovación (CPI), la cual es una herramienta para fomentar la innovación desde el sector público, a través de la **adquisición de soluciones innovadoras o de soluciones en fase de desarrollo.**
- Los desarrollos planteados en las propuestas deben presentar un nivel de madurez de la tecnología con TRLs (Technology Readiness Level) **4 a 7 de partida y con el objetivo de alcanzar TRLs 8-9 a la finalización del proyecto**.
- Se valorarán positivamente aquellas propuestas que muestren un mayor conocimiento del estado del arte y el carácter innovador de los planteamientos propuestos, las que propongan soluciones diferenciales y de mayor impacto para el territorio andaluz y las que justifiquen convenientemente los niveles de TRLs mencionados previamente. En este sentido, **no se valorarán positivamente aquellas candidaturas que presenten soluciones de mercado.**
- Se valorarán positivamente aquellas **propuestas que desarrollen soluciones de monitorización de alta resolución multipropósito que permitan maximizar los casos de uso de gestión de emergencias y ámbitos de aplicación de la aplicación satelital o pseudosatelital**, como factor de impacto de la nueva tecnología.

RETO II: EL ESPACIO COMO HERRAMIENTA HABILITANTE PARA LA LUCHA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN ANDALUZA

1. ANTECEDENTES

1.1 Contexto

La Consejería de Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, desde su Secretaría General de Interior, tiene entre sus funciones las derivadas de la Ley 2/2002, de 11 de noviembre, de **Gestión de Emergencias en Andalucía, en materia de emergencias y protección civil, y más recientemente, la prevención y lucha contra las emergencias ambientales causadas por los incendios forestales**.

Los equipos técnicos que conforman las diferentes estructuras y órganos operativos de estas entidades cuentan con una amplia trayectoria tanto en la gestión de emergencias como en la lucha contra los incendios forestales. Este bagaje les da la suficiente experiencia como para detectar las opciones de mejora para aumentar la eficiencia del servicio que prestan.

1.2 Necesidades actuales

A pesar del amplio conjunto de herramientas tecnológicas implementadas hasta el momento y con las que cuentan los equipos técnicos para prestar el mejor servicio al conjunto de la ciudadanía, de la forma más eficiente y preventiva posible, con el objetivo de mitigar de forma simultánea los posibles daños personales, materiales y naturales, existen en la actualidad necesidades en el territorio andaluz que no se pueden abordar de la forma más efectiva. Desde el punto de vista tecnológico, es debido a la **ausencia de capacidades de observación simultánea**, por la **necesidad de un mayor nivel de precisión** o por la **demanda de tecnologías innovadoras que aborden nuevos ámbitos y métodos de la observación, las telecomunicaciones, la aplicación de Inteligencia Artificial mediante soluciones de aprendizaje automático machine learning y deep learning o la navegación**.

Se mencionan a continuación algunas de las competencias de interés sobre las que se busca un mayor impacto basado en la consecución de nueva capacidad tecnológica:

- Es fundamental **disponer de información en tiempo real con datos de alta calidad**, que, mediante el análisis con herramientas IA embarcadas en los HAPS, permitan evaluar con precisión las situaciones de emergencia al objeto de la toma de decisiones de forma eficiente, ajustando la movilización de los recursos al alcance real de la emergencia.
- La observación de alta frecuencia con **acceso a cualquier zona de la región andaluza en pocas horas**.
- La obtención de características de alta frecuencia de revisita, con posibilidad de escoger los tiempos idóneos para la evaluación de determinados fenómenos. Este factor habilitaría la posibilidad de **adquirir gran cantidad de datos, cubriendo diferentes escalas de área y en tiempo real de forma bidireccional, de forma flexible, autónoma y precisa en todo el territorio andaluz**, evitando la dependencia de imágenes programadas a nivel temporal o imágenes de archivo.
- Mejorar la capacidad de respuesta en el conjunto de los cuerpos operativos, gracias a la observación en tiempo real de un punto determinado donde esté ocurriendo la emergencia o el

incendio y la **agilidad que supone el disponer del control de la ubicación y de la transmisión de datos desde los pseudosatélites**.

- La consecución de características de **muy alta resolución espacial** (centimétricas o decimétricas) para la monitorización y ampliación de la tecnología a nuevas aplicaciones.

- La consecución de **capacidad multisensora**, mediante la integración de sensores ópticos VIS/NIR/TIR/hiperespectrales, radar, LiDAR, sensores RGB, sensores térmicos o sensores atmosféricos.

- La observación en modo video y sistemas de **monitorización continua e indefinida** para disponer de una mayor información, **para mejorar la planificación de determinados eventos**.

- La posibilidad de impulsar las capacidades de **observación nocturna o bajo condiciones meteorológicas adversas**.

- El aumento de la **capacidad de procesamiento de datos a bordo** y comunicación de datos observados en tiempo real para facilitar la visualización en segmento terreno.

- La posibilidad de **disponer de sistemas embarcados de cambio flexible y dinámico de la escala** y el grado de detalle de las imágenes obtenidas y captura del detalle de forma nominal para todas las operaciones requeridas. Esta posibilidad de seleccionar el grado de enfoque sería de gran interés para aplicaciones con necesidades de sectorización automática de áreas más o menos amplias o requerimientos de definición cambiantes.

Por otra parte, **la monitorización y seguimiento tanto de los incendios forestales, como de los fenómenos naturales y sus posteriores consecuencias, así como de los procesos ambientales** (terremotos, maremotos, lluvias torrenciales, riadas, desbordamientos, deslizamientos de laderas y movimientos de tierra, dinámicas litorales, evacuaciones de personas y animales, localización de personas, detección de problemas de contaminación, vertidos incontrolados, incendios forestales y en zonas urbanas, accidentes múltiples en carreteras, etc..), **requieren de la adquisición de datos heterogéneos en tiempo real a partir de diferentes familias de sensores y de imágenes de alta resolución**. Estos barridos de datos deben ser **obtenidas desde aeronaves o satélites en momentos muy concretos y con una resolución temporal y/o espacial que no está al alcance de los satélites comerciales** o que serían excesivamente costosas de obtener mediante vuelos fotogramétricos, lo cual se convierte en una solución insostenible en la práctica.

En este sentido, la utilización de drones o aviones no tripulados (UAV) cubre una parte relativamente pequeña de estas necesidades. Sin embargo, presentan unos tiempos de respuesta que a veces son inadecuados y requieren la implicación de equipos humanos, perdiendo de esta forma la agilidad necesaria para muchas aplicaciones, y siendo muy costosas. De la misma forma, estos sistemas autónomos están sometidos a muchas restricciones de tipo legal (normativas de vuelo) y técnico (limitada autonomía), restringiendo su utilidad práctica a la obtención de información de extensiones de terreno muy acotadas, en áreas no pobladas y dentro de la línea de visión del piloto.

Por lo tanto, en base a esta situación de contexto de las limitaciones de los sistemas actuales, se abre la necesidad de **desarrollar soluciones pseudosatelitales de última generación que permitan aumentar las capacidades de observación de la Tierra a muy alta resolución y que habiliten el desarrollo de sistemas de monitorización multipropósito en el ámbito global de la gestión de incendios forestales, para alcanzar las mayores cotas de eficiencia y prevención para mitigar de los daños** ocasionados en cada caso.

La disponibilidad de plataformas estratosféricas tipo HAPS (High-Altitude Platform Station) con altas capacidades de desplazamiento autónomo a nivel geográfico, integradas e interoperables con los sistemas IT actuales, y con posibilidad de observación continua, maximizaría las capacidades actuales para la toma de decisiones, minimizaría los tiempos de respuesta, ampliaría las capacidades de vigilancia, monitorización y control de aspectos medioambientales y de gestión de en la extinción de incendios en toda la región andaluza, aumentando la flexibilidad en el proceso de adquisición de datos y optimizando los procesos de planificación frente a estos eventos.

1.3 Alineamiento del reto con políticas y estrategias del ámbito espacial

Con el objetivo de plasmar la importancia de las soluciones planteadas, no solo desde un punto de vista de necesidades técnicas, sino en cuanto a su relevancia estratégica, en el marco del presente apartado se enmarca el reto con las diferentes estrategias y prioridades tecnológicas de innovación que le son de aplicación desde diferentes ámbitos, tanto políticos, tecnológicos, como de impulso empresarial.

Teniendo en cuenta las políticas **a nivel europeo**, los objetivos de los retos se alinean con las prioridades de investigación de la **Agencia Espacial Europea (ESA)** y **la EUSPA (la Agencia de la UE para el Programa Espacial)**, aportando soluciones que refuerzan el Programa Espacial de la Unión Europea y que permiten abordar mejoras en la gestión del medio ambiente y comprender y mitigar los efectos del cambio climático. En lo referente específicamente a los HAPS, el **programa Copérnico** de la ESA los ha incluido en su estrategia global como fuente de captación de información y de datos, como solución complementaria para determinadas aplicaciones en las que las imágenes obtenidas mediante observación satelital presentan carencias. De la misma forma, y teniendo en cuenta los casos de uso de la tecnología, la propuesta se enmarca dentro de las prioridades del **Pacto Verde Europeo** y de la **Ley Europea del Clima**, como herramienta para fomentar un uso más sostenible de los recursos naturales vegetales y del suelo, impulsar una gestión forestal y medioambiental más sostenible, materializar la reducción de emisiones contaminantes, descarbonizar los procesos y preservar los ecosistemas y la biodiversidad, velando por los servicios ecosistémicos.
Por último, hay que mencionar que evaluar la capacidad de HAPS para mejorar el seguimiento de multitud de cuestiones y aspectos relacionados directamente con un posible impacto positivo con los que avanzar en el cumplimiento de múltiples metas de las que conforman los objetivos de **Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas**.

A nivel nacional, los planteamientos de los retos se enmarcan en las prioridades de investigación planteadas por la **Plataforma Tecnológica Aeroespacial Española (PAE)** y sus grupos de trabajo de la Agenda Estratégica de I+D+i en Espacio y Tecnologías Espaciales y por la **Agencia Espacial española**, como nodo de colaboración público-privada, fomento en el impulso de un tejido empresarial en el ámbito aeroespacial y precursor de las futuras Ley del Espacio y Plan Nacional del Espacio.
De la misma forma, se impulsan las prioridades de la **Estrategia Española de Desarrollo Sostenible**, principalmente en lo relativo a aspectos de sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso de recursos, cambio climático, conservación y gestión de los recursos naturales y ocupación del territorio, recursos hídricos, biodiversidad o usos del suelo y ocupación del territorio.
En cuanto a las Acciones Estratégicas definidas por la **EECTI (Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027)** y el **Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 (PEICTI)**, el reto se enmarca dentro de las Acción 4 “MUNDO DIGITAL, INDUSTRIA, ESPACIO Y DEFENSA” y sus líneas estratégicas “Inteligencia artificial y robótica”, “Fotónica y electrónica” y “Astronomía, Astrofísica y Ciencias del Espacio”, la Acción 5 “CLIMA, ENERGÍA Y

MOVILIDAD" y sus líneas "Cambio climático y Descarbonización", "Transición energética" y "Ciudades y ecosistemas sostenibles" y la Acción 6 "ALIMENTACIÓN, BIOECONOMÍA, RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE" en su línea estratégica "Exploración, análisis y prospectiva de la biodiversidad".

A nivel autonómico, el proyecto se enmarca en las prioridades de las diferentes estrategias andaluzas que afectan a los ámbitos de sostenibilidad:

- **Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible 2030**, en sus áreas estratégicas de recursos naturales, calidad ambiental, cambio climático, innovación y TICs, competitividad y empleo verde y desarrollo rural.
- **Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático**.
- **Estrategia Andaluza de Biodiversidad Horizonte 2030**, como herramienta para cumplir los objetivos de impulsar la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en Andalucía y la mejora de sus hábitats naturales.

De la misma forma, se alinea con los aspectos de geodiversidad, conservación de los recursos naturales, y particularmente, del agua de **Pacto Andaluz por el Agua** y la **Estrategia de Digitalización del Agua de Andalucía**.

Por otro lado, el desarrollo de esta idea supone un interés estratégico para el **ANDALUCIA AEROSPACE Cluster Empresarial de Andalucía**, de cara a fomentar la colaboración público-privada, el impulso de la competitividad del sector aeroespacial andaluz y como palanca para la atracción de tejido empresarial a la CCAA. De la misma forma, se alinea con las prioridades de la **Estrategia Aeroespacial de Andalucía**, que fija como uno de sus objetivos el impulso de las tecnologías aeroespaciales para la monitorización de potenciales impactos ambientales.

De la misma forma, Andalucía apoya plenamente el objetivo del programa de la ESA de llevar a cabo proyectos de demostración de HAPS y poder contribuir con infraestructuras de terreno de los aeródromos de El Arenosillo (Huelva, gestionado por INTA) o Centro Atlas (Jaén), como posibles "estratopuertos" que apoyen vuelos de pilotos para HAPS.

2. DESCRIPCIÓN DEL RETO

En base a los antecedentes anteriores y a las necesidades identificadas, se describe el planteamiento general con el que se configura este reto planteado desde esta SGI.

Actualmente, la mayor parte de las necesidades identificadas en el apartado anterior, se intentan cubrir con una solución tecnológica o con una combinación de ellas, pero también asumiendo limitaciones técnicas (disponibilidad de medios, herramientas y técnicas), temporales (plazos) y de calidad. Para minimizar ese gap tecnológico, en los últimos años se han venido desarrollando, bajo diferentes soluciones, unas **nuevas plataformas estratosféricas** (del orden de 20 km altura) conocidas como **HAPS (High Altitud Pseudo Satellites)** que, con un impulso de I+D+i, podrían dar respuesta a las necesidades referidas y oportunidades para proporcionar productos y servicios mejorados. Para su habilitación como solución tecnológica multipropósito en el ámbito de la gestión de incendios, aparte de **desarrollar los sistemas de monitorización adaptados a la aplicación**, también es necesario innovar en procesos de **miniaturización de las tecnologías de comunicación y de los sensores compatibles para embarcar en estas plataformas**, dadas las limitaciones de peso y potencia que pueden soportar.

La primera parte del reto abordaría la **mejora de la instrumentación que permita la parametrización y seguimiento en tiempo real** de valores directamente asociados a la evolución y posible mitigación

del incendio. El estudio de parámetros que, si bien no tienen una correlación directa, permita predecir o **medir valores que afectan al incendio**, como comportamientos anómalos en el mundo animal asociados a los efectos del incendio, medidas de las ondas en antenas de telefonía que se ven afectada por la pluviometría y fenómenos meteorológicos adversos, seguimiento del número de equipos electrónicos en un área determinada que permita correlacionar información con la población afectada por una emergencia, etc…y la implementación de todos estos datos obtenidos en **simuladores**, que puedan mejorar su exactitud con el **uso de inteligencia artificial**. Este planteamiento permitiría **monitorizar la evolución del incendio** para una óptima asignación de recursos **y disponer de los sistemas de comunicación necesarios para alcanzar una plena interoperabilidad con los sistemas terrestres**.

La segunda parte del reto se centraría en el **diseño, construcción e implementación de una plataforma pseudosatelital** de gran altitud, con una capacidad que permita cumplir las siguientes **especificaciones**:

- Funcionar habitualmente en torno a los 20.000 metros de altitud, por encima de la franja en la que opera la aviación convencional.
- Poseer una muy alta autonomía de vuelo (periodos de vuelo de varios meses).
- Reducir los niveles de contaminación que produce el uso de otras tipologías de aeronaves.
- Capacidad de observación persistente, permaneciendo fijos sobre una zona de observación concreta que sea escenario del incendio forestal.
- Capturar información del territorio de forma sistemática, flexible, continua y controlada en su posicionamiento desde el segmento tierra, para detectar y monitorizar procesos de cambio.
- Transportar sensores de muy alta resolución para la observación de la Tierra, sistemas de monitorización atmosférica y/o equipos de comunicaciones que permitan operar en situaciones de presencia de incendios en lugares donde la cobertura convencional no alcanza (sensores RGB, sensores térmicos, visibles, infrarrojos, hiperespectrales, sensores meteorológicos, pluviométricos, etc).

Con un sistema de estas características, la Consejería de Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, desde su Secretaría General de Interior en particular, y otras consejerías de la Junta de Andalucía de forma general, podrían hacer un uso (a demanda y programado) y explotación continua de dicha plataforma durante todo el año.

A nivel de **alcance** que debe abordar la solución, las **propuestas** pueden contemplar:

- Diseño y desarrollo de la plataforma HAPS o adaptación de alguna solución existente.
- Desarrollo y configuración de las cargas de pago y sistemas de monitorización.
- Miniaturización de las cargas de pago para optimizar la capacidad de la plataforma HAPS.
- Desarrollo de los sistemas necesarios para su mantenimiento y operación desde el segmento terreno.
- Soluciones para la mejora en el nivel de autonomía energética de las plataformas HAPS.
- Desarrollo de los sistemas de comunicación y transmisión de datos de forma ágil y en tiempo real desde los sensores de observación, para impulsar las capacidades de planificación en los procesos de toma en los incendios forestales.
- Soluciones de procesamiento on-board de los datos (pre-procesado de los datos en crudo y tratamiento/filtrado de los datos.
- Desarrollo de soluciones software/hardware con Inteligencia Artificial.
- Construcción del sistema estratosférico integrado con las correspondientes cargas de pago.

- Integración robusta de todos los subelementos que conforman la solución integral.
- Definición de los procedimientos de seguridad aéreos del sistema estratosférico y de las cargas de pago embarcadas.
- Validación del sistema integrado en condiciones reales de operación.

3. CASOS DE USO DE APOYO A PLANES DE PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

La arquitectura tecnológica planteada, con el necesario conjunto de servicios profesionales e intelectuales y determinadas adaptaciones y especificidades evolutivas en los requerimientos recogidos como punto de partida, podrían cubrir determinados gaps y necesidades existentes a la hora de abordar la consecución de soluciones para las necesidades ya identificadas, e incluso algunas futuribles y que en la actualidad siguen sin respuesta en los diferentes mercados, en los procesos de gestión y operación de los Incendios Forestales. Principalmente en aplicaciones en las que se hace necesario efectuar una **monitorización remota, continua y en tiempo real** con adquisición de información in-situ a través de redes de sensores a medida, frente a las inspecciones o visitas in situ necesarias en los actuales métodos clásicos.

Al igual que sucede con el Reto I, para el abordaje de este Reto II desde un punto de vista operacional, disponer de un **sistema que permita una monitorización continuada de** una determinada zona donde se localiza y desarrolla una emergencia específica y tan particular como es **un incendio forestal**, aportando en tiempo real y simultáneamente múltiples flujos de información (o tipos de datos), entre los que se encuentran imágenes y vídeos de alta resolución, permitiría resolver muchas de las limitaciones actuales a la hora obtener una importante cantidad de datos de gran valor añadido para la planificación y toma de decisiones en los múltiples procesos y procedimientos que se desencadenan en el momento de inicio del incendio.

Se recogen a continuación las necesidades más importantes y que podrían ser resueltas gracias al marco de aplicación o alcance de esta CPI, en el ámbito de la prevención y extinción de incendios forestales:

1) Soluciones que aportaría a los **trabajos durante la emergencia**.

a) **El seguimiento 24/7 de la evolución del incendio en tiempo real y con alta precisión** en un entorno de IA de forma que, además de su monitorización, permita definir una tasa de crecimiento sectorizada del incendio y se proyecte en una temporalización y espacialización. Este valor añadido, sumado a la determinación exacta y en tiempo real de la ubicación de los recursos e infraestructuras, permitiría emitir alertas y/o avisos semiautomáticos. De la misma forma, habilitaría para identificar el grado de cumplimiento de las actuaciones planificadas (planes de operaciones), así como las tasas de eficacia (rendimientos) de los medios de extinción, de forma que, incorporadas en entornos de IA, caractericen la categoría de los medios y la composición de los equipos de extinción con el fin de mejorar los planes de operaciones. Por último, permitiría el seguimiento térmico del frente de llama, que correlacionado con la modelización y parametrización del combustible identifique posibles focos de reproducciones y/o priorice necesidades de liquidación del frente ya estabilizado.

b) **Seguimiento de la dinámica atmosférica** sobre el incendio forestal, monitorizando el crecimiento de los pyrocúmulos, de forma que mediante análisis multivariante y con

contraste con diferentes fuentes de información de observación y predictiva, vaya cuantificando la probabilidad de desplome de la columna y emita alertas a todos los recursos de extinción en caso necesario con la suficiente antelación para garantizar las condiciones de seguridad de las unidades de extinción. Este factor también permitiría mejorar las capacidades de predicción del comportamiento del incendio para los equipos de dirección de extinción, ante incendios de sexta generación y/o comportamiento eruptivo.

c) **Seguimiento y modelización del cono de proyección de partículas asociadas a la columna de humo del incendio y/o presencia de inversiones térmicas**, que junto con la lectura en tiempo real de la red de calidad ambiental (fija y móvil), emita alertas a la población en caso necesario.

2) Soluciones que aportaría a las **actividades de seguimiento preventivo**.

a) **Monitorización de índices y subíndices de riesgo y de peligro**, con especial atención al monitoreo y seguimiento de la humedad de los combustibles vivos, humedad del suelo y sequía estacional y contraste con toda la red de estaciones y observaciones en tiempo real. Esto permitiría la puesta en marcha de regulaciones de actividades (por ejemplo, cierre de pistas forestales) o alertas a los centros operativos en cuanto se superan determinados valores umbrales. El seguimiento del estado fitosanitario y/o decaimiento de las masas forestales, es determinante para la disponibilidad del combustible vegetal y sus implicaciones sobre el comportamiento y propagación de los grandes incendios forestales.

b) **Identificación y cuantificación de todas las actuaciones o perturbaciones llevadas a cabo en las zonas prioritarias de actuación** y zonas estratégicas de gestión de Andalucía.

3) **Complementación de la Red Digital de Emergencias de Andalucía**, que permita la cobertura de comunicaciones radio en el escenario de la emergencia por incendio forestal del 100 % del territorio a nivel de emisora portátil, eliminando las zonas de sombra producidas por la orografía, que actualmente repercuten en riesgos para la seguridad y la posibilidad de disponer de una mejor capacidad de coordinación de los equipos de extinción.

4) **Necesidad de disponer de un sistema de ayuda a la navegación y posicionamiento de los medios aéreos** (tipo radar) **y generación de una aplicación de coordinación de las operaciones aéreas de extinción**, que facilite las tareas de coordinación de las operaciones y mejore la seguridad de las aeronaves.

En todos los casos, el uso de HAPS podría compatibilizar la consecución de alta cadencia y resolución de datos mediante monitorización continua, complementado a la monitorización mediante Sentinel 2 y sustituyendo a las visitas de campo.

4. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID

El proyecto "SpaceInnova Andalucía" se presentará a la **Línea FID (Fomento de la Innovación desde la Demanda), financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN)** y que impulsa actuaciones orientadas a fomentar el uso de la Compra Pública Innovadora (CPI) entre los distintos organismos y entidades del sector público. Esta línea de actuación se desarrolla en el marco del Programa Operativo Plurirregional de España (POPE) de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER). Este factor convierte al MCIN en el principal financiador de la Compra Pública de Innovación en España, a través de esta línea de ayudas.

Teniendo en cuenta las bases reguladoras para la concesión de ayudas públicas en el marco de la Línea FID para la Compra Pública de Innovación y las prioridades de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía (CUII) y la Consejería de Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, desde su Secretaría General de Interior, de cara a potenciar las características diferenciadoras de los recursos y el mapa industrial presentes en Andalucía, se han definido una serie de indicaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de enviar candidaturas:

- Las **propuestas** están **abiertas a ampliar el alcance y las capacidades de explotación de la tecnología planteada** para la consecución del reto, en base al conocimiento directo de los últimos avances en tecnología satelital, HAPS y cargas de pago con sistemas de alta resolución para las aplicaciones de gestión de tareas de prevención y extinción de incendios forestales. En este sentido, se analizarán propuestas basadas en otras tecnologías que den respuesta a los retos planteados.
- Las propuestas deben adaptarse a los requerimientos que exige una Compra Pública de Innovación (CPI), la cual es una herramienta para fomentar la innovación desde el sector público, a través de la **adquisición de soluciones innovadoras o de soluciones en fase de desarrollo.**
- Los desarrollos planteados en las propuestas deben presentar un nivel de madurez de la tecnología con TRLs (Technology Readiness Level) **4 a 7 de partida y con el objetivo de alcanzar TRLs 8-9 a la finalización del proyecto**.
- Se valorarán positivamente aquellas propuestas que muestren un mayor conocimiento del estado del arte y el carácter innovador de los planteamientos propuestos, las que propongan soluciones diferenciales y de mayor impacto para el territorio andaluz y las que justifiquen convenientemente los niveles de TRLs mencionados previamente. En este sentido, **no se valorarán positivamente aquellas candidaturas que presenten soluciones de mercado.**
- Se valorarán positivamente aquellas **propuestas que desarrollen soluciones de monitorización de alta resolución multipropósito que permitan maximizar los casos de uso de gestión de incendios forestales y ámbitos de aplicación de la aplicación satelital o pseudosatelital**, como factor de impacto de la nueva tecnología.

RETO III: SOLUCIONES ESTRATOSFÉRICAS HAPS PARA LA OBSERVACIÓN DE LA TIERRA A MUY ALTA RESOLUCIÓN COMO SOPORTE A LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

1. ANTECEDENTES

1.1 La Observación del Territorio en la gestión medioambiental de Andalucía

La Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (CSMAyEA) posee una amplia trayectoria en el **uso de Sistemas de Observación del Territorio** basados en sensores satelitales de Baja, Media, Alta y Muy Alta Resolución o aeroportados (incluyendo drones), sobre los que se embarcan tanto sensores activos y pasivos, para el **desarrollo de actuaciones de monitorización, planificación y soporte a actividades de gestión medioambiental.**

En el campo específico de **aplicaciones basadas en datos obtenidos desde plataformas satelitales**, se hace a continuación una breve reseña de las actividades desarrolladas, en las que el tratamiento de imágenes de satélite ha jugado, y sigue jugando, un papel importante:

- Los programas de producción de estadísticas, mapas e indicadores de seguimiento de materias de interés ambiental, como son el estrés hídrico de la vegetación, la calidad de las aguas costeras y medio marino, las pérdidas de suelo por erosión hídrica, y los usos y coberturas vegetales del suelo. Estas informaciones sirven de base para la elaboración de planes y estrategias en materia de medio ambiente, y para la producción y difusión de datos sobre el estado del medio ambiente en Andalucía, a la vez que aportan información sobre variables de interés para el seguimiento del cambio climático.

- En relación con la lucha contra los incendios forestales, las imágenes de satélites contribuyen a la obtención de variables que miden el riesgo de propagación, facilitando así la planificación de labores preventivas en materia de gestión forestal. Igualmente se han consolidado como soporte a actividades a llevar a cabo con posterioridad al desastre, como es la perimetración del área recorrida por el incendio, ~~y~~ la evaluación del grado de afección sobre las cubiertas vegetales y la recuperación de las zonas afectadas. Esta información es básica para la programación de las medidas de restauración.

- En materia de gestión hídrica, se han desarrollado aplicaciones para evaluar áreas regadas en zonas de acuíferos en riesgo de sobrexplotación y cartografiar la intensidad del riego en subcuencas de interés. También se ha llevado a cabo identificación de piscinas con agua en zonas con restricciones por ocurrencia de sequías. Estas actividades han ayudado en el proceso de vigilancia de usos no autorizados, permitiendo la racionalización de la explotación del recurso.

- En la gestión forestal, además de lo referido para los incendios, las imágenes de satélite y fotogramétricas sirven de soporte en el proceso actualización de la cartografía de vegetación a nivel de detalle, información incluida en el Sistema de Información del Patrimonio Natural de Andalucía, de carácter básico para muchas necesidades de la gestión forestal y de conservación de la biodiversidad. La detección semiautomática de los cambios que se producen en las masas de vegetación natural supone una aportación de gran ayuda para hacer viable, en término de costes y tiempos, la actualización de una base de información con más de 4 millones de polígonos.

- La gestión de emergencias por inundaciones también ha tenido en el uso de imágenes radar de alta resolución una ayuda importante dado que, con independencia de las condiciones

meteorológicas, o de iluminación (día o noche), son capaces de capturar datos que permiten cartografiar la superficie inundada.

Pero el departamento responsable de la gestión medioambiental no era el único en realizar avances en el contexto de la administración autonómica. En la Consejería de Agricultura, desde finales de los noventa, las unidades especializadas en geoinformación y el IFAPA (Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica) pusieron en marcha trabajos relacionados con el uso de imágenes satelitales para asistir el control de ayudas de la Política Agraria Común (PAC), para el seguimiento e inventariación de determinados cultivos para la ordenación agraria, para la evaluación del impacto de las sequías, para las indemnizaciones por seguro agrario y para, entre otros ejemplos, realizar estimaciones de necesidades de dotaciones hídricas para cultivos. Estos últimos trabajos se llevaron a cabo en colaboración con las confederaciones hidrográficas.

De esta forma, en el contexto de la Junta de Andalucía, será en los departamentos responsables de la gestión agrícola y ambiental donde se consolide el uso de imágenes satelitales en programas específicos, y en los que residan equipos especializados en el uso de esta tecnología. En este sentido, ha venido jugando un papel importante el Plan Nacional de Teledetección, a partir del cual se han venido adquiriendo imágenes de satélite de forma colaborativa entre administraciones nacional y regionales. Cabe señalar que, además de imágenes de satélites, en la gestión medioambiental y agrícola, de forma complementaria a los anteriores, se ha hecho un uso intensivo de sistemas aerotransportados, especialmente fotogramétrico y LiDAR, obtenidos a través de diferentes iniciativas, pero procedentes principalmente del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea y LiDAR (PNOA-LiDAR), que han sido integrados en muchas de las aplicaciones anteriormente mencionadas.
Igualmente se está extendiendo el uso de drones para análisis de detalle, y en ámbitos muy reducidos, que, en muchos casos están aún en fase experimental.

1.2 Principales limitaciones de los sistemas actuales

A pesar de la utilidad que han demostrado estos sistemas de observación basados en diferentes tecnologías, existen necesidades actuales en el territorio andaluz que, se entiende, podrían ser abordadas de forma más efectiva, y potenciarse su utilidad, si se superan una serie de **deficiencias de las soluciones actualmente en uso**. Estas limitaciones son:

- **Limitaciones de programación** (en satelites Very High Resolution) **y capacidades de observación** (tanto Very High Resolution, como Medium Resolution) **en situaciones de urgencia**, sobre ámbitos específicos y fechas de interés, evitando condiciones meteorológicas adversas (nubes, brumas, humos, sombras). Los satélites están sometidos a la definición de órbitas y parámetros de adquisición (entre los que podrían mencionarse: cadencia temporal, swatch (ancho de barrido), ángulos de inclinación y hora de adquisición (siempre fija). En este sentido, de producirse condiciones adversas, no suelen existir opciones de obtener la captura.
- **Limitaciones de programación satelital de capturas con prioridad** (los satélites no son exclusivos, y están al servicio de múltiples usuarios).
- **Limitaciones de capturas mediante de vuelos con sensores aeroportados** (fotogramétricos y similares): necesidad de planificación, obtención de permisos de vuelo, ejecución en

condiciones meteorológicas adecuadas, etc., e igualmente con las mismas limitaciones de prioridad (los medios no son exclusivos y están al servicio de múltiples usuarios).

- **Limitaciones de uso de sistemas RPAS** (drones). Planificación, desplazamiento a ámbitos geográficos lejanos o de difícil acceso, necesaria implicación de personal, permisos, limitaciones meteorológicas, etc.
- **Limitaciones derivadas de procesos administrativos de contratación** de adquisiciones a partir de satélite, medios aéreos (aviones, drones), y/o de medios humanos, que consumen tiempo, y retrasan el plazo de adquisición.
- **Limitaciones debidas a superficie mínima de observación** establecidas por operadores satelitales (programación, procesado, obtención de productos finales, acceso a productos) y también relacionadas con la rentabilidad de las operaciones aéreas (trámites y despliegue de medios, procesado, acceso a productos...)
- **Limitaciones para proporcionar observaciones con alto nivel de detalle y con alta cadencia, de forma continua en el tiempo**. La alta cadencia está ligada principalmente a sensores satelitales de baja (1 día) o media resolución (mínimo 5 días en caso de Sentinel 2 del programa Copernicus). La Alta resolución (a nivel centimétrico con sensores aeroportados o decimétricos con satelitales) está relacionada con una cadencia menor de adquisición.
- Por la **falta de flexibilidad temporal para seleccionar fechas y horas concretas de seguimiento** de fenómenos (principalmente con los sensores satelitales, pero también con los altos requerimientos de las capturas mediante sensores aeroportados).
- Por la **ausencia y/o falta de flexibilidad de captura de información multisensor** en las diferentes plataformas satelitales o aeroportadas.
- Por la inexistencia de tecnologías de observación de la tierra con capacidad de proveer con rapidez las imágenes, para lo cual se requerirían **capacidades para el procesamiento a bordo, la mejora de las telecomunicaciones, la transmisión de información al segmento terreno, el posicionamiento, la navegación en los diferentes sectores del espacio aéreo**, la legislación aplicable a las operaciones, etc.

2. NECESIDADES A SATISFACER

La gestión medioambiental depende en buena medida de tecnologías que le permitan reconocer y analizar el territorio con la finalidad de comprobar actuaciones, evaluar fenómenos sometidos a una intensa dinámica temporal de cambio, inventariar la existencia de ecosistemas y usos del suelo que puedan afectarle, y tener una base de conocimiento del medio físico-natural, y de las actividades antrópicas, que le permita plantear actuaciones preventivas, evaluar riesgos, y proceder a plantear instrumentos normativos y de programación que aseguren la preservación de los valores ambientales.

La conservación de un territorio de las dimensiones de Andalucía, con una superficie similar a la de un país medio de la Unión Europea, y con un 32% de su territorio bajo alguna figura de protección, como se ha señalado anteriormente, se ha venido realizando con la ayuda de sistemas de observación tales como las fotografías aéreas, imágenes de satélite, y más recientemente con sistemas LiDAR. Últimamente se han incorporado los sistemas UAV, si bien su uso aún no se ha generalizado, y se están usando con carácter muy puntual y por sus características, muy localizado.

Frente a la ingente cantidad de fenómenos y variables, de carácter muy dinámico, que interesan a **la gestión medioambiental, los sistemas usados hasta ahora solo ofrecen una respuesta parcial a las**

necesidades de ésta. Si bien es cierto que los fenómenos cambiantes, y para grandes territorios, pueden ser abordados mediante sistemas satelitales de media y baja resolución (satélites Sentinel, Landsat, etc.), éstos, al tener una resolución de poco detalle espacial (10-30 metros como máximo), no alcanzan a identificar muchos otros elementos de gran interés, como, por ejemplo, árboles individuales.

Las alternativas son imágenes de satélites de muy alta resolución, o vuelos fotogramétricos, pero éstos presentan limitaciones importantes, que fueron comentadas con anterioridad, para que justifiquen un uso extensivo. En el caso de las imágenes satelitales de muy alta resolución, destacarían como las más relevantes, su alto coste económico, y las dificultades de disponibilidad, por lo que su uso se reserva a fenómenos muy puntuales (estudios de afección de grandes incendios forestales, principalmente).

Los sistemas fotogramétricos aerotransportados, por su parte, son muy robustos, pero presentan un alto coste y falta de inmediatez, aspectos inherentes a los complejos procesos de planificación y de ejecución de los vuelos (puesta a punto de equipos y calibraciones de sistemas, permisos, desplazamiento a áreas de interés, requieren de tripulación,...), lo que provoca que, excepto para aplicaciones muy concretas que exijan recubrimientos completos de la región cada tres años en el marco de PNOA (cadencia trianual), se dispongan con carácter muy ocasional.

La adquisición con drones, tal como se ha mencionado, aunque se dispusiera de medios propios, ofrece altas limitaciones de desplazamiento a zonas de interés, acceso, rendimientos (tiempo/superficie), alta exposición a la meteorología, superficies máximas de cobertura, altas requisitos de procesamiento (grandes volúmenes de información para pequeñas áreas), permisos, seguros, habilitación, equipo de operadores,…

En este contexto, **la gestión medioambiental se vería claramente mejorada con la capacidad de obtener imágenes de resolución decimétrica (con un sensor multiespectral) de cualquier parte del territorio de Andalucía**, a un coste muy inferior a los de las alternativas actuales, con la calidad geométrica y posicional necesarias, y con suficiente inmediatez para ser explotadas a corto plazo. Con una solución que cumpla los requisitos que se exponen en el presente documento, **se podrían llevar a cabo análisis de fenómenos que requieren ventanas temporales muy concretas, realizar detección temprana de muchas actuaciones no autorizadas, proceder a la mejora y actualización continua de la cartografía e inventario de los usos del suelo y de la vegetación, soporte al control automático de los cambios, hacer la comprobación de realización de actuaciones vinculadas a la concesión de ayudas y subvenciones**, y, en definitiva, llevar a cabo un chequeo continuo, y en detalle, de porciones del territorio de especial interés para la gestión que son responsabilidad de la CSMAEA.

Por lo tanto, con la solución planteada para este reto, se abrirían grandes posibilidades de hacer más eficiente la monitorización de fenómenos, que hoy día requieren costosos trabajos de campo, y un uso puntual de instrumentos de observación del territorio, que por costes y disponibilidad, no satisfacen plenamente los requerimientos que demandan muchas actividades propias de la gestión medioambiental o que directamente no se pueden llevar a cabo.

3. NUEVAS OPORTUNIDADES: LA TECNOLOGÍA HAPS

Actualmente, la mayor parte de las necesidades identificadas en el apartado anterior, se intentan cubrir con una solución tecnológica o con una combinación de ellas (sensores aeroportados/satelitales, activos (LiDAR, SAR)/pasivos (ópticos), de diferentes resoluciones y cadencias (alta resolución y baja cadencia/ media o baja resolución y alta cadencia), utilizando el potencial de cada una (alta cadencia,

alta resolución geométrica, disponibilidad de un amplio rango de bandas espectrales, capacidad de adquirir grandes superficies en corto período de tiempo,...), pero también asumiendo limitaciones técnicas (disponibilidad de medios, herramientas y técnicas), temporales (plazos), administrativas (contratación a operadores satelitales o empresas de sensores aeroportados), limitaciones en la operativa (planificación/programación, puesta en servicio de satélites o medios aéreos, permisos de vuelo,...) y de calidad.

Para minimizar esos gaps, en los últimos años se han venido desarrollando, bajo diferentes soluciones, unas **nuevas plataformas estratosféricas** (del orden de 20 km altura) como son los **HAPS (High Altitud Pseudo Satellites)**, que, con un impulso de I+D+i, orientado a dar solución a los requerimientos específicos de la gestión medioambiental, podrían dar respuesta a las necesidades referidas y, abrir oportunidades para proporcionar productos y servicios nuevos y mejorados.

La disponibilidad de plataformas estratosféricas tipo HAPS (High-Altitude Platform Station) con altas capacidades de desplazamiento autónomo a nivel geográfico, y con posibilidad de observación continua, maximizaría las capacidades actuales de vigilancia y control de aspectos medioambientales en toda la región andaluza, aumentando la flexibilidad en el proceso de adquisición de datos y optimizando los procesos de planificación frente a determinados eventos.
Aunque en algunos campos, como parece que es el militar, estos sistemas ya estén operativos, para su habilitación como solución tecnológica multipropósito en el ámbito de la gestión medioambiental, aparte de **desarrollar los sistemas de monitorización adaptados**, es probable que sean necesarios importantes ajustes que requieran innovación, para la **miniaturización de todos los sistemas integrados, alimentación, comunicación y de los sensores compatibles para embarcar en estas plataformas**, dadas las limitaciones de peso y potencia que pueden soportar. Pero también podría contemplarse la flexibilidad y capacidades de intercambio de sensores (frente a las limitaciones de peso para cargas de pago) en el desarrollo de diferentes campañas de observación en función del objetivo y necesidades.

Por lo tanto, en base a esta situación de contexto de las limitaciones de los sistemas actuales, se abre la necesidad de **desarrollar soluciones pseudosatelitales de última generación que permitan aumentar las capacidades de observación de la Tierra a muy alta resolución, con mayor frecuencia, alta disponibilidad y flexibilidad temporal y espacial, que habiliten al desarrollo de sistemas de monitorización multipropósito en el ámbito de la gestión medioambiental.**

4. DESCRIPCIÓN DEL RETO

El reto respecto a las soluciones existentes, todavía no comerciales, sería el **desarrollo de una plataforma HAPS versátil e integrada (multisensor y multipropósito) dotada de los sistemas auxiliares (alimentación, orientación, posicionamiento GNSS) y de comunicación necesarios para ser operado desde el segmento terreno y transmitir información adquirida al mismo**. Con un sistema de estas características, la CSMAEA particularmente, y otras consejerías de la Junta de Andalucía de forma general podrían hacer un uso (a demanda y programado) y explotación continua de dicha plataforma durante todo el año.
Por tanto, el reto plantea el **diseño, construcción e implementación de una plataforma pseudosatelital** de gran altitud con la infraestructura y sistemas necesarios para operarla desde segmento terreno.

Como elemento fundamental a tener en cuenta, el sistema se plantea como una solución autónoma, que satisfaga los requisitos que se exponen en el presente apartado.

Requisitos de la solución

El sistema que se busca debe cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- Disponer de una plataformas de tipo HAPS (en vuelos BVLOS Beyond Visual Line of Sight) apta para embarcar sensores (incluyendo su desarrollo y/o integración) y realizar misiones de observación y monitorización ambiental.
- Funcionar habitualmente en torno a los 20.000 metros de altitud, por encima de la franja en la que opera la aviación convencional.
- Adaptarse a la a normativa vigente desarrollada al efecto para este tipo de plataformas.
- Persistencia y resistencia. Poseer una muy alta autonomía de vuelo (periodos de vuelo continuos de varios meses).
- Capacidad para permanecer en la estación y merodear. Capacidad de observación continua, permaneciendo fijos sobre una zona de observación concreta de interés, fenómeno ambiental, etc...
- Reducir los niveles de contaminación que produce el uso de otras tipologías de aeronaves.
- Capturar información del territorio de forma sistemática, flexible, continua y controlada en su posicionamiento desde el segmento tierra, para detectar y monitorizar procesos dinámicos de cambio, actualizaciones cartográficas o desarrollar tareas de vigilancia medioambiental.
- Disponibilidad continua del sistema durante largos periodos de tiempo (6-8 meses).
- Proporcionar imágenes de muy alta resolución, a costes más competitivos que los que obtienen con sensores aerotransportados, teniendo en cuenta que se estima el equivalente a la realización de unos 250 vuelos de ámbitos de en torno a 200 km2, en ámbitos disyuntos y fechas separadas.
- Capacidad de observación de ámbitos de interés de cualquier parte de la comunidad Autónoma programables con una antelación de 24 horas.
- Flexibilidad para delimitar la zona de observación, mediante polígonos.
- Posibilidad de mantener la repetitividad de observación, en plazos horarios, diarios o semanales, mediante programación.
- Capacidad de proporcionar imágenes de muy alta resolución (20cm) para la observación de la Tierra para cubrir al menos el rango multiespectral (NIR, R, G, B) o a partir de procesos de pansharpen a partir de banda pancromática de esa resolución.
- Capacidad de procesamiento de datos on-board, y transmisión de datos con una latencia no superior a 5-6 horas.
- Disponer de sistemas de cambio flexible y dinámico de la escala y el grado de detalle de las imágenes obtenidas para todas las operaciones requeridas. Esta posibilidad de seleccionar el grado de enfoque, sería de gran interés para aplicaciones con necesidades de sectorización automática de áreas más o menos amplias, o requerimientos de definición cambiantes.
- Dotación de los sistemas oportunos para el adecuado posicionamiento y orientación de la trayectoria, que permita la correcta trasmisión de éstos a las imágenes adquiridas, de forma que puedan obtenerse productos cartográficos derivados con calidad posicional adecuada y necesaria para las aplicaciones ambientales.

Retos a abordar para el diseño de la solución:

- Diseño y desarrollo de la plataforma HAPS o adaptación de alguna solución existente.

- Desarrollo y configuración de las cargas de pago para la observación/monitorización ambiental, la orientación y posicionamiento de la trayectoria, y todos los sistemas auxiliares necesarios.

- Miniaturización de las cargas de pago para optimizar la capacidad de la plataforma HAPS.

- Desarrollar los procedimientos operacionales, análisis de riesgos y sistemas, equipamientos e infraestructuras necesarios para el despegue, ejecución de vuelo, de esta plataforma operada desde una estación de control vía remota (segmento terreno) más allá de línea de vista (BVLOS), aterrizaje para mantenimiento tras largos períodos de tiempo sobrevolando el territorio de la región.

- Estructuración del espacio aéreo y prestación de servicios y control de vuelos de HAPS en misiones de monitorización ambiental. Sistemas de navegación adaptados a la gestión del espacio, sistemas para comunicaciones (que fueran necesarios) vía satélite y/o sistemas de comunicación punto a punto, para transmisión de datos de forma ágil.

- Desarrollo de los sistemas necesarios para su mantenimiento y operación desde el segmento terreno.

- Soluciones para la mejora en el nivel de autonomía energética de las plataformas HAPS.

- Soluciones de almacenamiento, procesamiento on-board de los datos (pre-procesado de los datos en crudo y tratamiento/filtrado de los datos), y transmisión de datos.

- Soluciones para determinación con exactitud y precisión las trayectorias (posición y orientación).

- Soluciones hardware y software (desarrollar o aportar algoritmos, aplicaciones, etc., que sean necesarios para el desarrollo de las soluciones innovadoras), con el objetivo de gestionar todos los sistemas y operaciones implicadas (operar el HAPS, planificación de trabajos específicos, transmisión de datos, procesamiento a partir de los datos crudos proporcionados para obtener productos georreferenciados de Nivel 1).

- Construcción del sistema estratosférico integrado con las correspondientes cargas de pago.

- Integración robusta de todos los subelementos que conforman la solución integral. Vehículo, aviónica, sensores, sistemas de seguimiento, de comunicación, etc. y todo el software necesario deben ser desarrollados e integrados.

- Definición de los procedimientos de seguridad aéreos del sistema estratosférico y de las cargas de pago embarcadas.

- Validación del sistema integrado en condiciones reales de operación.

5. CASOS DE USO Y APLICACIONES DE INTERÉS PARA LA CSMAEA

Se ha preidentificado un amplio abanico de ámbitos de la gestión medioambiental en las que el abordaje de este reto supondría aportar una nueva fuente de información que complementaria las existentes y/o aportaría un valor añadido frente las actuales soluciones, como por ejemplo: gestión de la biodiversidad, gestión ambiental y atmosférica (determinación de niveles de calidad del aire en ciudades, monitorización de gases contaminantes, monitorización de la contaminación lumínica o determinación de la temperatura superficial en ciudades), detección de cambios en el territorio, actualización simultánea de la cartografía de usos/ocupación del suelo, determinación de superficies de cultivos para estadísticas oficiales, detección y cartografía de cultivos bajo plástico, detección de estado de vegetación a muy alta resolución, monitorización de zonas sensibles frente a sequías o monitorización de plagas, recuperación de entornos afectados y mejora de ecosistemas, monitorización de la línea de costa, monitorización de vertidos en mares o ríos, monitorización de red de transportes e infraestructuras, monitorización de aglomeraciones humanas en espacios de alto valor ambiental, etc.

Aunque el espectro de aplicaciones es muy amplio, con objeto de centrar unos ámbitos de interés para la validación en entorno real de una posible solución, se hace a continuación una identificación de unos casos de usos específicos, sin que ello limite a que la experimentación se extienda a otros usos. Así, la solución tecnológica planteada, con determinadas adaptaciones y especificidades en los requerimientos, podría cubrir aplicaciones en las que se pueda efectuar una **monitorización remota,** frente a las inspecciones o visitas in situ necesarias, en los actuales métodos clásicos. En este sentido se pueden concretar **3 aplicaciones forestales específicas**:

- **Gestión de Ayudas Forestales:** Control de actuaciones en el ámbito forestal para la mejora de los ecosistemas forestales.

  La CSMAEA tiene la responsabilidad de supervisar un extenso territorio de uso forestal, equivalente a un 50% de la Comunidad Autónoma (unas 4 Millones de hectáreas), con objeto de que se lleve a cabo, por particulares y entidades públicas, una gestión respetuosa con la conservación de los valores naturales y con la preservación de la biodiversidad. Diversidad de normativa obligan a procesos de autorizaciones por parte del organismo competente en materia ambiental, y su cumplimiento ha de ser supervisado. Uno de los instrumentos con los que cuenta la Consejería para desarrollar esta tarea son las ayudas forestales, en las que los particulares reciben una subvención para realizar tareas de conservación y mejora de los terrenos forestales. En este sentido, corresponde a la consejería verificar el grado de ejecución de trabajos tales como desbroces, cortas, rozas, repoblaciones, etc., para comprobar la correcta ejecución de éstas.

  La limitación principal son los elevados costes de revisión in situ de visitas de campo por los técnicos. En los últimos años se están desarrollando procesos de mejora de comprobación de actuaciones mediante el análisis espectral de imágenes de alta resolución pre y post incendio, pero el principal inconveniente son los altos costes de los satélites comerciales de muy alta resolución, y la necesidad de capturar unos km² mínimos en cada adquisición, muy desproporcionados respecto a lo que es la superficie de solicitud y la disparidad de fechas de solicitudes de pago de los propietarios tras las actuaciones. El uso de una solución HAPS con los requisitos funcionales arriba descritos, no solo podría hacer más ágil y eficiente el control de ayudas, sino que podría extrapolarse a toda tarea de supervisión de actuaciones forestales, tales como el control de trabajos preventivos frente a incendios forestales (análisis de limpieza de cortafuegos, preparación de vías de acceso, puntos de toma de agua, rozas, etc.), supervisión del estado de caminos forestales, y muchas otras.
- **Monitorización continua de zonas afectadas de decaimiento forestal** en todos aquellos ámbitos en donde se estén produciendo afecciones por plagas o afecciones debidas a sequía, cambio climático, etc...Actualmente se lleva a cabo una monitorización continua con imágenes de Media Resolución Sentinel 2 (principalmente), las cuales aportan información más robusta sobre masas muy compactas, pero no sobre formaciones de menor densidad de arbolado (debido a la resolución geométrica), que son las más abundantes en los ecosistemas mediterráneos. El uso de imágenes de Alta Resolución aportaría una información complementaria que permitiría una compresión visual de la situación a una escala de detalle ajustada al tamaño y volumen de los árboles individuales, permitiendo una identificación del grado de afección a escala de individuo, y suponiendo una fuente de información para calibrar el resultado a partir de imágenes de Sentinel 2 (o similares como Landsat 8 OLI) con mayor cadencia temporal, continuidad en el tiempo y mayor disponibilidad de información

(históricos de capturas). Al mismo tiempo podría plantearse su uso para la observación de las redes de seguimiento de equilibrios biológicos en sustitución de las visitas de campo.

- **Muestreos de campo**. Adquisición de imágenes de alta resolución como sustitución de visitas de campo clásicas / o vuelos in situ con drone, para toma de parcelas de muestreo (verdad terreno) en el análisis de afección postincendio (severidad del fuego) en grandes incendios forestales, recuperación de zonas afectadas por estos incendios u otros desastres naturales, evaluación del crecimiento de repoblaciones, etc. Habitualmente estos trabajos se llevan a cabo mediante visitas de técnicos in situ. Se han llevado a cabo trabajos que validan el uso de drones y satélites de muy alta resolución para la obtención de ortofotografías/ortoimágenes sobre las cuales llevar a cabo la selección de parcelas de campo (verdad terreno) como sustitución de visitas en campo. El despliegue de drones o el uso de imágenes de satélites comerciales supone unos costes de seguimiento elevados. La aportación de imágenes de muy alta resolución con flexibilidad total a la hora de controlar la zona y el momento a monitorizar sería clave para evitar o reducir las visitas a campo de expertos. Al mismo tiempo, solventaría las limitaciones que ofrece el uso de drones o satélites comerciales en la gestión medioambiental, ya que los drones no se muestran como una herramienta efectiva cuando se trabaja a escala regional, y el uso de satélites comerciales de muy alta resolución proporciona altas capacidades de cobertura geográfica, pero tienen la limitación del alto coste y estar condicionados por su sometimiento a órbitas fijas (limitación en la calidad y temporalización del dato).
- **Desarrollo de un plan de recubrimiento con imágenes de muy alta resolución, de espacios naturales protegidos,** como soporte a las tareas de gestión de éstos. La gestión de los espacios naturales protegidos está sometida a un intenso proceso de supervisión y de autorización, a los responsables, que requiere un monitoreo continuo de su ámbito, y especialmente teniendo en cuenta el dinamismo de muchos de sus ecosistemas. La posibilidad de obtener varias coberturas anuales, en períodos sinópticos adecuados, ayudaría a la detección temprana de actuaciones no autorizadas, información sobre el estado de fenómenos dinámicos (estado de las láminas de agua de ecosistemas temporales, evolución de la superficie intermareal en ámbitos de marismas, estimación de pastos de crecimiento estacional, etc…). Con la reducción de trabajos de campo, para la realización de estas tareas, se multiplicaría la eficiencia de la labor de la gestión.

Aunque estos casos de uso son los pre-identificados como idóneos para su implementación, por estar dentro del ámbito de las competencias directas de la Consejería, cabe resaltar que existen muchos otros campos de aplicación, que siendo de interés ambiental, son responsabilidad de otros departamentos. En ese sentido sería de gran interés desarrollar experiencias de monitoreo de las medidas agroambientales que se producen en el contexto de la PAC (conservación de suelos, presencia de pastos en superficies de olivares y otros cultivos leñosos en pendientes, etc), las relacionadas con la gestión del agua (cultivos en riego, balsas y pozos, piscinas en periodos de sequías, etc), o la inspección urbanística (detección temprana de construcciones ilegales), entre otros. En ese sentido, las experiencias de validación que se lleven a cabo en el ámbito de los casos de uso, al coincidir territorialmente con ámbitos donde pueden comprobarse estas actuaciones, podrían ser evaluadas por los departamentos competentes, y proponer mejoras a la solución definitiva.

6. ALINEAMIENTO DEL RETO CON POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DEL ÁMBITO ESPACIAL y AMBIENTAL

Con el objetivo de plasmar la importancia de las soluciones planteadas, no solo desde un punto de vista de necesidades técnicas, sino en cuanto a su relevancia estratégica, en el marco del presente apartado, se enmarca el reto con las diferentes estrategias y prioridades tecnológicas de innovación que le son de aplicación desde diferentes ámbitos, tanto políticos, tecnológicos, como de impulso empresarial.

Teniendo en cuenta las políticas **a nivel europeo**, los objetivos del reto se alinean con las prioridades de investigación de la **Agencia Espacial Europea (ESA)** y **la EUSPA (la Agencia de la UE para el Programa Espacial)**, aportando soluciones que refuerzan el Programa Espacial de la Unión Europea y que permiten abordar mejoras en la gestión del medio ambiente y comprender y mitigar los efectos del cambio climático. En lo referente específicamente a los HAPS, el **programa Copérnicus** de la ESA los ha incluido en su estrategia global como fuente de captación de información y de datos, como solución complementaria para determinadas aplicaciones en las que las imágenes obtenidas mediante observación satelital presentan carencias.

EASA (Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea) y **EUROCONTROL** (organización civil-militar paneuropea dedicada a apoyar la aviación europea) con el apoyo de expertos nacionales, **EDA (Agencia Europea de la Defensa) y SJU** han iniciado el trabajo preparatorio necesario para la definición, del marco regulatorio y de un concepto europeo de operaciones. Un marco armonizado y escalable para apoyar a los Estados miembros y la industria en la integración de operaciones civiles y militares por encima de FL600 y contribuir de manera coordinada al trabajo de la **OACI** (Organización de la Aviación Civil Internacional) en esa materia. Un marco flexible y proporcionado, equilibrando la innovación y la regulación basadas en el mercado, y que tenga en cuenta debidamente la soberanía de los Estados miembros sobre el espacio aéreo. Entre sus objetivos se encuentran: promover un marco global innovador, colaborativo y armonizado para la ejecución y gestión de operaciones del espacio aéreo superior, basado en altos niveles de digitalización y automatización y en las capacidades de los usuarios emergentes del espacio aéreo para garantizar la implementación pragmática y oportuna de operaciones superiores en el espacio aéreo, adaptadas a las necesidades de los usuarios, las capacidades y el volumen de futuras actividades. De la misma forma, garantizar la implementación segura y ordenada de operaciones en el espacio aéreo superior utilizando enfoques de innovación y regulación basados en el riesgo y el desempeño, al establecer los requisitos apropiados para la seguridad, la protección, la contingencia y la resiliencia de las operaciones para todas las fases del vuelo. Por último, mencionar que también busca garantizar la integración del espacio aéreo superior con el espacio aéreo controlado o garantizar un acceso justo y equitativo al espacio aéreo superior para todos los usuarios y permitir una gestión rentable del mismo.

De la misma forma, y teniendo en cuenta los casos de uso de la tecnología, la propuesta se enmarca dentro de las prioridades del **Pacto Verde Europeo** y de la **Ley Europea del Clima**, como herramienta para fomentar un uso más sostenible de los recursos naturales vegetales y del suelo, impulsar una gestión forestal y medioambiental más sostenible, materializar la reducción de emisiones contaminantes, descarbonizar los procesos y preservar los ecosistemas y la biodiversidad, velando por los servicios ecosistémicos.

A nivel nacional, los planteamientos del reto se enmarcan en las prioridades de investigación planteadas por la **Plataforma Tecnológica Aeroespacial Española (PAE)** y sus grupos de trabajo de la

Agenda Estratégica de I+D+i en Espacio y Tecnologías Espaciales y por la **Agencia Espacial española**, como nodo de colaboración público-privada, fomento en el impulso de un tejido empresarial en el ámbito aeroespacial y precursor de las futuras Ley del Espacio y Plan Nacional del Espacio.
De la misma forma, se impulsan las prioridades de la **Estrategia Española de Desarrollo Sostenible**, principalmente en lo relativo a aspectos de sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso de recursos, cambio climático, conservación y gestión de los recursos naturales y ocupación del territorio, recursos hídricos, biodiversidad o usos del suelo y ocupación del territorio.
En cuanto a las Acciones Estratégicas definidas por la **EECTI (Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027)** y el **Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 (PEICTI)**, el reto se enmarca dentro de las Acción 4 "MUNDO DIGITAL, INDUSTRIA, ESPACIO Y DEFENSA" y sus líneas estratégicas "Inteligencia artificial y robótica", "Fotónica y electrónica" y "Astronomía, Astrofísica y Ciencias del Espacio", Acción 5 "CLIMA, ENERGÍA Y MOVILIDAD" y sus líneas "Cambio climático y Descarbonización", "Movilidad sostenible", "Transición energética" y "Ciudades y ecosistemas sostenibles" y la Acción 6 "ALIMENTACIÓN, BIOECONOMÍA, RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE" en sus líneas estratégicas "Exploración, análisis y prospectiva de la biodiversidad" y "Cadena agroalimentaria inteligente y sostenible".

A nivel autonómico, el proyecto se enmarca en las prioridades de las diferentes estrategias andaluzas que afectan a los ámbitos de sostenibilidad:

- **Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible 2030**, en sus áreas estratégicas de recursos naturales, calidad ambiental, cambio climático, innovación y TICs, competitividad y empleo verde y desarrollo rural.
- **Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático**.
- **Estrategia Andaluza de Biodiversidad Horizonte 2030**, como herramienta para cumplir los objetivos de impulsar la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en Andalucía y la mejora de sus hábitats naturales.

De la misma forma, se alinea con los aspectos de geodiversidad, conservación de los recursos naturales, y particularmente, del agua de **Pacto Andaluz por el Agua** y la **Estrategia de Digitalización del Agua de Andalucía**.
Por otro lado, el desarrollo de esta idea supone un interés estratégico para el **ANDALUCIA AEROSPACE Cluster Empresarial de Andalucía**, de cara a fomentar la colaboración público-privada, el impulso de la competitividad del sector aerosespacial andaluz y como palanca para la atracción de tejido empresarial a la CCAA. De la misma forma, se alinea con las prioridades de la **Estrategia Aeroespacial de Andalucía**, que fija como uno de sus objetivos el impulso de las tecnologías aeroespaciales para la monitorización de potenciales impactos ambientales.
Por último, mencionar que evaluar la capacidad de HAPS para mejorar el seguimiento de la calidad del aire, la concienciación sobre la contaminación y las emisiones de GEI a la atmósfera, es de gran interés para la CSMAyEA de Andalucía, como paso necesario para implementar una estrategia para el seguimiento de la calidad del aire y las emisiones de GEI (acuerdo de 19 de abril de 2016).
De la misma forma, Andalucía apoya plenamente el objetivo del programa de la ESA de llevar a cabo proyectos de demostración de HAPS y poder contribuir con infraestructuras de terreno de los aeródromos de El Arenosillo (Huelva, gestionado por INTA) o Centro Atlas (Jaén), como posibles "estratopuertos" que apoyen vuelos de pilotos para HAPS.

7. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID

El proyecto "SpaceInnova Andalucía" se presentará a la Línea FID (Fomento de la Innovación desde la Demanda), financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) y que impulsa actuaciones orientadas a fomentar el uso de la Compra Pública Innovadora (CPI) entre los distintos organismos y entidades del sector público. Esta línea de actuación se desarrolla en el marco del Programa Operativo Plurirregional de España (POPE) de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER). Este factor convierte al MCIN en el principal financiador de la Compra Pública de Innovación en España, a través de esta línea de ayudas.

Teniendo en cuenta las bases reguladoras para la concesión de ayudas públicas en el marco de la Línea FID para la Compra Pública de Innovación y las prioridades de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía (CUII) y la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (CSMAEA) de cara a potenciar las características diferenciadoras de los recursos y el mapa industrial presentes en Andalucía, se han definido una serie de indicaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de enviar candidaturas:

- Las **propuestas** están **abiertas a ampliar el alcance y las capacidades de explotación de la tecnología planteada** para la consecución del reto, en base al conocimiento directo de los últimos avances en tecnología satelital, HAPS y cargas de pago con sistemas de alta resolución para las aplicaciones de interés. En este sentido, se analizarán propuestas basadas en otras tecnologías que den respuesta a los retos planteados.
- Las propuestas deben adaptarse a los requerimientos que exige una Compra Pública de Innovación (CPI), la cual es una herramienta para fomentar la innovación desde el sector público, a través de la **adquisición de soluciones innovadoras o de soluciones en fase de desarrollo.**
- Los desarrollos planteados en las propuestas deben presentar un nivel de madurez de la tecnología con TRLs (Technology Readiness Level) **4 a 7 de partida y con el objetivo de alcanzar TRLs 8-9 a la finalización del proyecto**.
- Se valorarán positivamente aquellas propuestas que muestren un mayor conocimiento del estado del arte y el carácter innovador de los planteamientos propuestos, las que propongan soluciones diferenciales y de mayor impacto para el territorio andaluz y las que justifiquen convenientemente los niveles de TRLs mencionados previamente. En este sentido, **no se valorarán positivamente aquellas candidaturas que presenten soluciones de mercado.**
- Se valorarán positivamente aquellas **propuestas que desarrollen soluciones de monitorización de alta resolución multipropósito que permitan maximizar los casos de uso y ámbitos de aplicación de la aplicación satelital o pseudosatelital**, como factor de impacto de la nueva tecnología.

RETO IV: PPP-RTK en la RAP. HABILITACIÓN DE SERVICIOS DE POSICIONAMIENTO PUNTUAL PRECISO-CINEMÁTICO EN TIEMPO REAL EN EL TERRITORIO ANDALUZ

1. ANTECEDENTES

1.1 Contexto

La **Red Andaluza de Posicionamiento (RAP)** es un servicio público y gratuito de posicionamiento por satélite con precisión centimétrica ofrecido por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Se trata de una red de Sistemas de Posicionamiento Global de Navegación por Satélite GNSS, que consta de 22 estaciones multiconstelación que la Junta de Andalucía ofrece para obtener un posicionamiento de alta precisión en todo el territorio andaluz a través de servicios gratuitos de correcciones diferenciales y archivos RINEX (formato de intercambio de datos GPS). Esta red define un marco geodésico de referencia único y estable para toda Andalucía. Actualmente cuenta con unos 10.000 usuarios del ámbito tecnológico y sectores de alto valor añadido como ingeniería, agricultura de precisión, investigación científica, etc., siendo una de las redes regionales más utilizadas en España.

1.2 Necesidades actuales

El potencial que presenta la RAP de utilizar correcciones diferenciales OSR (Observation Space Representation o representación mediante observaciones), está condicionado actualmente por la calidad de la cobertura de las comunicaciones de telefonía en el territorio andaluz, y ésta no siempre es completa y constante lo que provoca con frecuencia, que **las condiciones de recepción de las correcciones diferenciales de las señales GNSS no sean óptimas**. A nivel práctico, esta circunstancia **se traduce en pérdidas de precisión del sistema**, degradando el cálculo de la posición a un modo de navegación o submétrico, lo que invalida la plena funcionalidad de la RAP.
Como consecuencia de lo anterior surge otro problema frecuente, derivado de la mala señal, es el **elevado tiempo de resolución de ambigüedades**, que en algunos casos puede ser de hasta 10 minutos.
Para ilustrar esta limitación, mencionar que no es necesario estar en lugares recónditos de la geografía andaluza para sufrir estas interrupciones, sino que sucede en determinadas zonas de términos municipales, en zonas montañosas, con una densa cobertura arbórea o de topografía particular: vaguadas, hoyas, áreas con depresiones del terreno, etc.
Por tanto, y en base a un proceso analítico de las capacidades y limitaciones que ofrecen actualmente los servicios aportados por la RAP a sus usuarios, y con el objetivo de maximizar su impacto como herramienta diferencial en el territorio andaluz, se abre la **necesidad de complementar los servicios de posicionamiento RTK de la RAP, con servicios PPP-RTK (posicionamiento puntual preciso-cinemático en tiempo real)**.
Para ello, se necesita abordar un reto tecnológico que garantice la **consecución en tiempo real** de:

a) **Garantizar un posicionamiento a nivel centimétrico en todo el territorio de la comunidad**, pues actualmente esa funcionalidad por estar limitada debido a la deficiente cobertura de transmisión de datos mediante telefonía móvil.

b) **Compatibilidad del servicio PPP-RTK para los actuales usuarios.** Para garantizar que los actuales usuarios disfruten de las nuevas capacidades, mientras no se establezca y adopte un estándar de correcciones y comunicaciones, se diseñarán los procedimientos, métodos y dispositivos de recepción y transformación de las correcciones SSR (State Space Representation o representación mediante variables de estado) hacia OSR para solventar la incompatibilidad de sus dispositivos actuales.

c) **Escalabilidad del servicio para asegurar en condiciones de fiabilidad, robustez y precisión la creciente demanda en el número de usuarios, conexiones y horas de uso**. La adopción de correcciones SSR favorece dicha escalabilidad. En este sentido, existe un crecimiento exponencial en todas las CORS (Continuously Operating Reference Stations o estaciones de referencia de operación continua) como es el caso de la RAP, liderado actualmente por la agricultura de precisión y otras aplicaciones en auge como la conducción autónoma o asistida, el guiado de maquinaria, la navegación de vehículos no tripulados (UAV), la monitorización de flotas, etc. El procesamiento actual de las correcciones y soluciones de red OSR, como el VRS, tiene alta demanda de cálculo por parte del servidor y, de seguir este ritmo de crecimiento en el número de conexiones, es previsible que el sistema tenga dificultades para abordar los futuros volúmenes de procesamiento. La utilización de correcciones SSR que plantea el reto propuesto, tiene menos carga de procesamiento por parte del servidor, pues envía al cliente o rover la modelización matemática del error de las señales GNSS para su procesamiento y por tanto facilitaría el proceso de escalado del sistema para cubrir el aumento de usuarios derivados de las nuevas demandas de posicionamiento preciso en diversos sectores de la actividad económica.

En resumen, la obtención de información precisa de **posicionamiento global mediante servicios PPP-RTK en todo el territorio** para los usuarios de la RAP, presentaría la ventaja de no requerir estaciones base locales de cada usuario en entornos sin cobertura de telefonía móvil y mejora de la escalabilidad del servicio.

1.3 Alineamiento del reto con políticas y estrategias del ámbito espacial

Con el objetivo de plasmar la importancia de las soluciones planteadas, en el presente apartado se enmarca el reto con las diferentes estrategias y prioridades tecnológicas de innovación que le son de aplicación desde diferentes ámbitos, tanto políticos, tecnológicos, como de impulso empresarial.

Teniendo en cuenta las políticas **a nivel europeo**, los objetivos del reto se alinean con las prioridades de investigación de la **Agencia Espacial Europea (ESA)** y **la EUSPA (la Agencia de la UE para el Programa Espacial)**, aportando soluciones que refuerzan el Programa Espacial de la Unión Europea y que permiten abordar avances en procesos de observación de la Tierra al Sistema Global Europeo de Navegación por Satélite (EGNSS), en las telecomunicaciones seguras y en el acceso autónomo al espacio. De la misma forma, las prioridades del reto planteado se alinean con el **Programa europeo de navegación por satélite GALILEO**, el cual promueve el desarrollo de iniciativas que incorporen nuevos servicios de alta precisión, con capacidades de corrección más ágiles y que aporten soluciones globales a través de internet a un amplio abanico de sectores empresariales, de investigación o de servicio público.

A nivel nacional, los planteamientos del reto se enmarcan en las prioridades de investigación planteadas por la **Plataforma Tecnológica Aeroespacial Española (PAE)** y sus grupos de trabajo de la Agenda Estratégica de I+D+i en Espacio y Tecnologías Espaciales y por la **Agencia Espacial española**,

como nodo de colaboración público-privada, fomento en el impulso de un tejido empresarial en el ámbito aeroespacial y precursor de las futuras Ley del Espacio y Plan Nacional del Espacio.
En cuanto a las Acciones Estratégicas definidas por la **EECTI (Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027)** y el **Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 (PEICTI)**, la tecnología que plantea el reto se enmarca en la Acción 4 "MUNDO DIGITAL, INDUSTRIA, ESPACIO Y DEFENSA" y sus líneas estratégicas "Astronomía, Astrofísica y Ciencias del Espacio" e "Internet de la próxima generación". Por su parte, las aplicaciones o casos de uso que abordaría la nueva tecnología también estarían relacionados con la Acción 5 "CLIMA, ENERGÍA Y MOVILIDAD" con sus líneas estratégicas "Cambio climático y Descarbonización", "Movilidad sostenible" y "Ciudades y ecosistemas sostenibles".

A nivel autonómico, el proyecto presenta un objetivo estratégico de mejora de la competitividad del sector aeroespacial en Andalucía, como hub de referencia de la Agencia Espacial Española y como palanca para la atracción de tejido empresarial a la CCAA. De la misma forma, se alinea con las prioridades de la **Estrategia Aeroespacial de Andalucía**, que fija como uno de sus objetivos el impulso de las tecnologías para la optimización de los sistemas de posicionamiento global y observación de la Tierra.

2. DESCRIPCIÓN DEL RETO

2.1 Planteamiento del reto

En base a los antecedentes expuestos y a las necesidades identificadas, se describe el planteamiento general del reto propuesto para solventar las carencias actuales: **desarrollo de soluciones tecnológicas que permitan la implementación de sistemas de posicionamiento mediante PPP-RTK para los usuarios de la RAP**.
La metodología de PPP-RTK se puede entender como una mejora del PPP que se apoya en la explotación de las estaciones CORS como la RAP. Esta "fusión de métodos" hace que las características de los sistemas PPP-RTK incorporen unas cualidades optimizadas que aúnan las de ambos métodos por separado. De esta forma:

- Las correcciones necesitan únicamente comunicación unidireccional con baja banda de ancho de datos, pudiendo utilizar la banda L, audio digital, internet, etc. Permitiendo la difusión de correcciones para todos los usuarios en un área geográfica determinada.
- La metodología de PPP-RTK requiere de una menor densidad de estaciones de referencia, con respecto a las actuales CORS.
- Permite la reducción de tiempos de convergencia para el cálculo exacto de posición, al orden de pocos segundos o un minuto en función de la densidad de las estaciones de referencia.
- Se alcanzan niveles de resolución de ambigüedades con rangos de precisión en torno a 2cm-4cm en cualquier área en la que no haya obstáculos de la señal GNSS, salvando las limitaciones provocadas por la cobertura de datos y las condiciones topográficas.

Por tanto, poder contar un servicio de transmisión de las correcciones PPP-RTK, sería de utilidad en múltiples actividades y aplicaciones, por ejemplo: actuaciones en entorno forestal, navegación de vehículos, vehículos no tripulados, posicionamiento marino, agricultura de precisión, topografía, ingeniería, etc.
Existen soluciones en diferentes niveles de desarrollo, pero que presentan varios inconvenientes, tanto a nivel operativo/funcional como a nivel económico:

- Son soluciones cerradas a un fabricante de hardware.
- Requieren de tres segmentos para lograr altas precisiones y bajos tiempos de convergencia: el satélite de comunicaciones, la red de estaciones de referencia y el proveedor del servicio, a menudo fabricantes de receptores. Estos tres segmentos pertenecen generalmente a instituciones o empresas distintas cuya área de negocio no converge, factor que habitualmente genera discontinuidades en el servicio y que quedaría solventado con el reto planteado.
- Costes muy elevados para los usuarios.

2.2 Carácter innovador y beneficios aportados

Actualmente, la interoperabilidad de los receptores GNSS para recibir correcciones SSR en formato estándar presenta margen de desarrollo, por lo que en el marco de la CPI se deberá **diseñar un método para que el usuario pueda recibir las correcciones SSR y transformarlas a OSR** de una forma generalizada y estandarizada, independientemente del formato de conversión empleado. Por tanto, el tratamiento, la mejora de los protocolos SSR actuales (CSSR, SPARTN, SSRZ, RTCM SSR, IGS SSR, etc.) o una nueva definición será un reto tecnológico para abordar dentro de la solución planteada. De la misma forma, y dado que **las correcciones SSR reducen el ancho de banda requerido** frente a OSR y su flujo es unidireccional, se facilita en gran medida la **difusión y cobertura de datos de corrección para posicionamiento preciso en todo el territorio andaluz**. Este factor, también **impulsa las posibilidades de escalabilidad del servicio**, ya que la utilización de correcciones SSR en lugar de OSR requiere de menos capacidad de cálculo del lado del servidor.

Estos beneficios de carácter tecnológico aportarán también unos **beneficios económicos directos**, ya que dada la naturaleza de las correcciones SSR, se conseguiría una optimización de infraestructuras y recursos, al **reducirse la necesidad de ampliar el número de estaciones de la RAP** y por tanto la densidad de estaciones de referencia requeridas en el territorio frente a las correcciones OSR. Igualmente, se podrá **minimizar la necesidad de utilización de las redes de telefonía** y suprimir o reducir el coste de suscripción a dichos operadores. Al mismo tiempo, los usuarios podrán **prescindir de la utilización de un segundo receptor base**, al eliminarse o minimizarse las zonas sin cobertura de comunicaciones de telefonía, en las cuales era necesario. En este sentido, si bien los equipos existentes no compatibles necesitarán actualizar sus dispositivos, parcial o totalmente, para captar las comunicaciones vía banda L del satélite, se tendrá como contrapartida la posibilidad de reducir los costes directos citados y la simplificación y agilidad de su labor en campo.

Además de los usuarios directos de la RAP, serían beneficiarios de la solución tanto la Administración de la Junta de Andalucía, por la ampliación de servicios que aportarían las nuevas capacidades, como la propia ciudadanía.

Por tanto, a modo de resumen, la consecución de los objetivos planteados en este reto **maximizaría la eficacia y robustez del actual servicio de la RAP**, logrando **extenderlo a todo el territorio andaluz**, **evitando la incertidumbre de la cobertura variable de comunicaciones** con **independencia de que los operadores de telefonía mejoren o no su cobertura** en toda la región.

3. RECOMENDACIONES E INDICACIONES LÍNEA FID

El proyecto “SpaceInnova Andalucía” se presentará a la Línea FID (Fomento de la Innovación desde la Demanda), financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) y que impulsa actuaciones orientadas a fomentar el uso de la Compra Pública Innovadora (CPI) entre los distintos organismos y

entidades del sector público. Esta línea de actuación se desarrolla en el marco del Programa Operativo Plurirregional de España (POPE) de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER). Este factor convierte al MCIN en el principal financiador de la Compra Pública de Innovación en España, a través de esta línea de ayudas.

Teniendo en cuenta las bases reguladoras para la concesión de ayudas públicas en el marco de la Línea FID para la Compra Pública de Innovación y las prioridades de la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía (CUII) y el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) de cara a potenciar las características diferenciadoras de los recursos y el mapa industrial presentes en Andalucía, se han definido una serie de indicaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de enviar candidaturas:

- Las **propuestas** están **abiertas a ampliar el alcance y las capacidades de explotación de la tecnología planteada** para la consecución del reto, en base al conocimiento directo de los últimos avances en tecnología satelital, estratosférica y de posicionamiento global de alta precisión.
- Las propuestas deben adaptarse a los requerimientos que exige una Compra Pública de Innovación (CPI), la cual es una herramienta para fomentar la innovación desde el sector público, a través de la **adquisición de soluciones innovadoras o de soluciones en fase de desarrollo.**
- Los desarrollos planteados en las propuestas deben presentar un nivel de madurez de la tecnología con TRLs (Technology Readiness Level) **4 a 7 de partida y con el objetivo de alcanzar TRLs 8-9 a la finalización del proyecto**.
- Se valorarán positivamente aquellas propuestas que muestren un mayor conocimiento del estado del arte y el carácter innovador de los planteamientos propuestos, las que propongan soluciones diferenciales y de mayor impacto para el territorio andaluz y las que justifiquen convenientemente los niveles de TRLs mencionados previamente. En este sentido, **no se valorarán positivamente aquellas candidaturas que presenten soluciones de mercado.**
- Se valorarán positivamente aquellas **propuestas que amplíen los casos de uso y ámbitos de aplicación de la nueva aplicación espacial de comunicaciones** que habilite los servicios PPP-RTK, como factor de impacto de la nueva tecnología.