



POLITÉCNICA

# Observatorio de Gestión del Tránsito Aéreo (ATM)

Informe de Prospectiva 2024



RED HORIZONTES ISDEFE  
Madrid, 28 de noviembre de 2024

**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivo del informe .....	1
1.2. Contexto .....	1
<b>2. FACTORES DE INFLUENCIA</b> .....	3
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS</b> .....	5
3.1. Tendencias actuales .....	5
3.2. Tendencias emergentes.....	6
<b>4. ESCENARIOS FUTUROS</b> .....	8
4.1. Implantación de la movilidad aérea urbana .....	8
4.2. Mayor nivel de automatización en sistemas y servicios.....	9
4.3. La virtualización de los Servicios ATM .....	10
4.4. Desarrollo de las Higher Airspace Operations.....	11
<b>5. PROPUESTA DE ACCIONES</b> .....	13
5.1. Acciones recomendadas.....	13
5.2. Plan de seguimiento .....	14
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	15
<b>7. ANEXOS</b> .....	16
7.1. Estrategia para la implantación del programa digital european sky (DES) y distribución de fondos de i+d. ....	16
7.2. Acciones previstas para 2024-2025).....	17
7.2.1. Líneas de apoyo al Digital European Sky (DES).....	18
7.2.2. Línea de “Exploratory Research” .....	18
7.2.3. Desarrollo de la investigación y validación industrial.....	21
7.2.4. Facilitar una implantación rápida de las soluciones SESAR en el mercado .....	22
7.3. Referencias.....	25
7.4. Acrónimos.....	25

## FIGURAS

Figura 1. Esquema de programas de I+D en el marco SESAR (Fuente [3]) .....	2
Figura 2. Futura arquitectura ATM (Fuente [5] ). .....	6
Figura 3. Secuencia de convocatorias de Digital European Sky (Fuente [3] ). .....	17
Figura 4. Resultado de convocatoria 2023 (Fuente [3])......	19
Figura 5. Cobertura de los proyectos prioritarios del SRIA a través de la primera serie de convocatorias de propuestas de Exploratory Research (Fuente [3]). .....	20
Figura 6. Cobertura de los proyectos prioritarios de la SRIA a través de la primera serie de convocatorias de propuestas Industrial Research (Fuente [3] )......	22
Figura 7. Cobertura de los proyectos emblemáticos del SRIA a través de las convocatorias de propuestas de los DSD (Fuente [3] ). .....	24

## TABLAS

Tabla 1. Factores de influencia en el sector Gestión de Tránsito Aéreo (ATM).....	4
Tabla 2. Características del escenario de Implantación de Movilidad Aérea Urbana.....	9
Tabla 3. Características del escenario de automatización de sistemas y servicios. ....	10
Tabla 4. Características del escenario de Virtualización de Servicios ATM.....	11
Tabla 5. Características del escenario de desarrollo de las Higher Airspace Operations. ....	12

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. OBJETIVO DEL INFORME

La Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) se ha fijado como una línea estratégica de interés en el ámbito de la Unión Europea, como mecanismo necesario para garantizar el desarrollo económico y social en el conjunto de la Unión.

La iniciativa legislativa de Cielo Único Europeo / Single European Sky (SES), ha generado un marco legal común, que ha permitido una primera fase de unificación en procesos y procedimientos en el ámbito de la Gestión del Tránsito Aéreo. La consecución de los objetivos globales establecido en el SES, y que deben garantizar el desarrollo del Transporte Aéreo en Europa en el entorno de 2035, necesariamente se tienen que basar en una evolución tecnológica de los Sistemas y los Servicios, que es el objetivo de la iniciativa SESAR.

La prospección sobre el estado y evolución del I+D en ATM en España y Europa se centra por tanto en analizar cómo se prevé que evolucionará esta iniciativa, así como su relación con otras instituciones y posibles líneas de investigación y financiación del entorno público europeo.

## 1.2. CONTEXTO

La SESAR 3 JU es el pilar tecnológico del SES, que pretende reformar el sistema europeo de gestión del tránsito aéreo y mejorar su rendimiento.

Su antecedente es la Empresa Común SESAR (SESAR JU) y basa su actividad en los resultados que se han obtenido en los dos programas previos de investigación e innovación: SESAR 1 y SESAR 2020.

El objetivo de la SESAR 3 JU es hacer posible el **objetivo de Cielo Europeo Digital, “Digital European Sky” (DES)**, con el fin de transformar la infraestructura de aviación de Europa para que pueda gestionar el futuro crecimiento y la diversidad del tráfico aéreo y usuarios, de forma segura y eficiente, minimizando al mismo tiempo el impacto medioambiental. El objetivo es que el transporte aéreo sea más inteligente, sostenible, conectado y accesible para todos los usuarios del espacio aéreo civil y militar, incluidos los nuevos participantes.

La consecución de este objetivo se estructura en dos pasos previos: la identificación de los objetivos, a través del European ATM Máster Plan, y la definición de la agenda para su consecución.

El **European ATM Máster Plan (EATMP)**, aprobado por el Consejo de Transportes por primera vez en 2009, es la principal herramienta de planificación para la modernización de la ATM en toda Europa. Define la visión y los objetivos del proyecto SESAR, y tiene como objetivo alcanzar la Digitalización del Espacio Aéreo, (el “DES”, Digital European Sky), caracterizado por un sistema de gestión del tráfico totalmente escalable capaz de gestionar el creciente tráfico aéreo, tanto tripulado como no tripulado, de forma segura y sostenible.

Si realmente se pretende tender una Investigación aplicada y aplicable, el objetivo global de I+D que se marca en el EATMP necesita concretarse en unas líneas y programas concretos, que den respuesta a estos objetivos de una forma concreta y con fechas de implantación

La **“Strategic Research and Innovation Agenda” (SRIA)** relaciona los objetivos de SESAR 3 JU con las líneas marcadas por la Comisión Europea y el programa Horizonte Europa.

Por tanto, el European ATM Master Plan y la Agenda Estratégica de Investigación e Innovación (SRIA) ofrecen un enfoque estratégico para implementar la transformación de la gestión del tránsito aéreo y enmarcar los programas de I+D, y en particular la acción de la SESAR 3 JU, materializado en el programa Digital European Sky (DES).

El programa está estructurado en tres fases principales de investigación e innovación:

- investigación exploratoria, denominada **“Exploratory Research”**.
- investigación y validación industrial, denominada **“Industrial Research”**
- y demostradores industriales, denominado **“Digital Sky Demonstrators”**

La Figura 1 resume el contexto de la estrategia de innovación europea, en relación al DES.

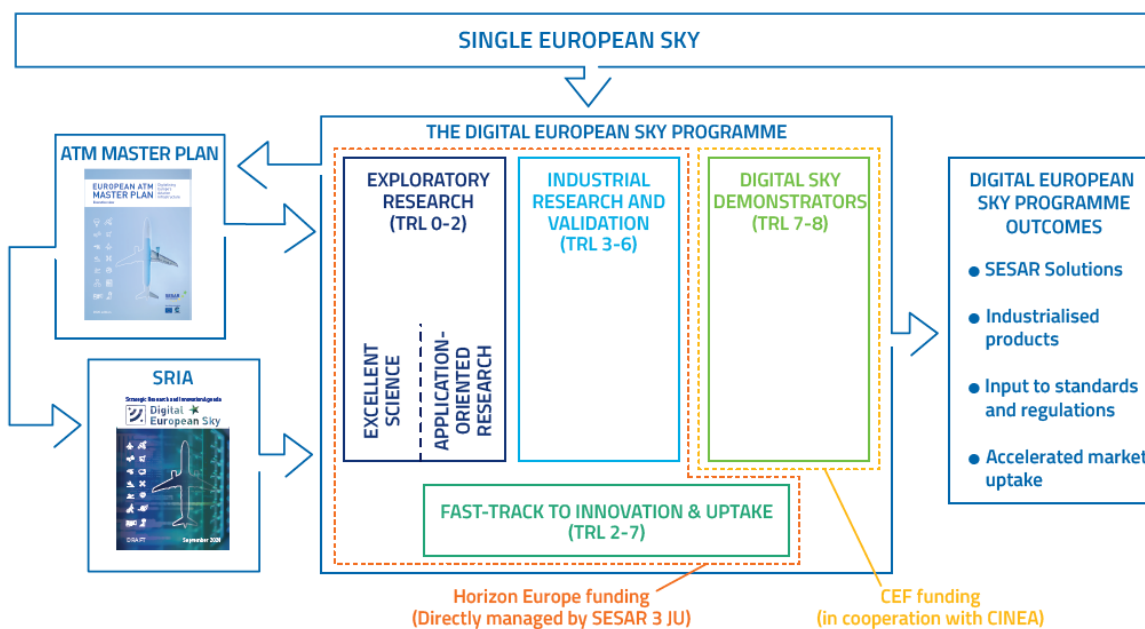


Figura 1. Esquema de programas de I+D en el marco SESAR (Fuente [3]).

Como se puede ver en la figura los programas de I+D que gestiona SESAR 3JU se basarán por tanto en:

- Fijar unos objetivos marcados por el European ATM Master Plan, y concretados en las diferentes hojas de ruta que se definan en la “Strategic Research and Innovation Agenda” (SRIA).
- Generar productos y soluciones que permitan desarrollar e implantar el Digital European Sky.

En este contexto se desarrollan las líneas de investigación en el ámbito ATM europeo. convocatorias abiertas, transparentes y competitivas.

En el anexo se desarrolla el despliegue en los últimos 3 años de la estrategia de I+D europea.

## 2. FACTORES DE INFLUENCIA

La Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) está compuesta por múltiples elementos interrelacionados que pueden tener un impacto significativo en el futuro del sector. Los factores que influyen en la ATM abarcan múltiples dimensiones, como la normativa, la economía, la geoestrategia, la política y el medio ambiente. Comprender y analizar estos factores es contribuye a entender los desafíos y oportunidades en ATM.

### - Normativos

Los elementos normativos tienen un papel clave en la configuración del entorno de la ATM. Las regulaciones establecidas por autoridades nacionales e internacionales, como la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), establecen las normas necesarias para garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas. Sin embargo, es importante destacar que, en el ámbito aeronáutico, los cambios son a menudo lentos. Este aspecto puede dificultar la rápida adopción de nuevas tecnologías y prácticas que necesitan ajustes normativos. Este ritmo pausado de cambio significa que cualquier modificación latente en la regulación puede tener implicaciones duraderas, limitando la agilidad del sector para adaptarse a innovaciones y mejorar procesos. Por lo tanto, la lentitud en la adaptación normativa puede convertirse en un obstáculo para la competitividad y para la contribución efectiva a las demandas del creciente tráfico aéreo.

### - Económicos

En el entorno económico destaca el esfuerzo económico significativo que se está realizando a través del programa SESAR, el cual está diseñado para modernizar y optimizar la gestión del tránsito aéreo en Europa. Aunque el programa SESAR garantiza la disponibilidad de fondos europeos para la inversión, también impone normas de cooperación que requieren la colaboración entre empresas e instituciones de diferentes estados. Este carácter colaborativo puede ser tanto una ventaja como una desventaja, ya que fomenta un enfoque integrado y coordinado, pero también puede introducir desafíos organizacionales y burocráticos que afectan la capacidad de implementación de proyectos. Por ejemplo, las diferencias culturales y administrativas entre los estados miembros pueden complicar la toma de decisiones y el despliegue ágil de las inversiones necesarias para la modernización del sector. Este dilema resalta la importancia de contar con estructuras de gestión eficientes que faciliten la cooperación y la puesta en servicio de soluciones tecnológicas.

### - Tecnológicos

Los factores tecnológicos constituyen un elemento clave para la modernización en el sector de la ATM. En los últimos años, hemos sido testigos de avances significativos en áreas como la automatización, la digitalización y las tecnologías de comunicación. Por ejemplo, el uso de sistemas avanzados de gestión de datos y herramientas de predicción de tráfico ha llevado a mejores decisiones operativas que minimizan retrasos y contribuyen a una experiencia de vuelo más fluida. Sin embargo, esta transformación también presenta nuevos retos en términos de ciberseguridad. A medida que los sistemas se digitalizan, la vulnerabilidad a ataques cibernéticos se incrementa, lo que puede comprometer la seguridad operativa. Por lo tanto, es esencial que el sector no solo invierta en nuevas tecnologías, sino que también desarrolle estrategias proactivas de seguridad cibernética para proteger la integridad de los sistemas de ATM.

### - Geoestratégicos

El contexto geoestratégico es especialmente importante en el ámbito europeo. A lo largo de la última década, hemos observado un desarrollo global positivo en Europa en términos de cooperación en la gestión del espacio aéreo. Sin embargo, mantener un equilibrio entre los diversos estados miembros es esencial,

ya que la necesidad de encontrar un punto medio en las políticas puede llevar a decisiones que no siempre son óptimas para todas las partes involucradas. Un claro ejemplo de esto es la estructura y organización del espacio aéreo, donde la política de cada país de proteger sus intereses puede obstaculizar la efectividad de la gestión conjunta del tráfico aéreo. La falta de una estrategia común y unificada en las decisiones geoestratégicas puede resultar en soluciones fragmentadas que no aprovechan plenamente las oportunidades de colaboración.

#### - Políticos

En Europa, existe un fuerte apoyo institucional para desarrollar sistemas y programas que respondan a los crecientes desafíos del tráfico aéreo. Los gobiernos reconocen la urgencia de abordar el crecimiento de la demanda y la necesidad de evolucionar los sistemas y servicios. A pesar de esto, cada estado busca mantener el control sobre sus fronteras y potenciar su industria nacional, lo cual puede limitar la colaboración y los esfuerzos coordinados. Esta mezcla de apoyo y competencia puede dificultar la implementación de iniciativas que requieran una acción rápida y concertada a nivel regional.

#### - Ambientales

Finalmente, los factores ambientales se han convertido en un tema crítico dentro de la discusión sobre la ATM. La creciente presión de la sociedad y las regulaciones ambientales ha llevado a los actores del sector a adoptar prácticas más sostenibles. Si bien este movimiento hacia la sostenibilidad puede facilitar el desarrollo de tecnologías innovadoras en la ATM, también presenta desafíos en la adaptación de las operaciones actuales. Las regulaciones sobre emisiones y uso de recursos requieren una reevaluación y posible reequipamiento de los sistemas actuales, lo que representa una carga adicional en términos de inversión y planificación.

A continuación, se presenta una tabla que resume estos factores de influencia, sus efectos positivos y negativos, y su breve descripción:

FACTORES DE INFLUENCIA		
Factor	Tipo	Descripción
Normativo	Positivo	Normativas que fomentan la interoperabilidad y cooperación en la ATM
	Negativo	La implementación de cambios normativos es lenta, dificultando la adopción de innovaciones
Económicos	Positivo	Inversiones significativas a través del programa SESAR que promueven la modernización
	Negativo	La colaboración requerida entre estados puede condicionar la rapidez en la implementación
Tecnológicos	Positivo	Avances en automatización y digitalización que optimizan la gestión del tráfico aéreo
	Negativo	Crecimiento de riesgos de ciberseguridad en un entorno cada vez más digitalizado
Geoestratégicos	Positivo	Colaboración y desarrollos positivos en Europa que mejoran la gestión ATM
	Negativo	Necesidad de equilibrar intereses nacionales, que puede conducir a repartos no óptimos
Tecnológicos	Positivo	Apoyo institucional para el desarrollo de sistemas en respuesta a los retos del tráfico
	Negativo	Prioridades nacionales que pueden limitar la cooperación efectiva en el ámbito ATM
Ambientales	Positivo	Presión por sostenibilidad que promueve soluciones innovadoras y ecológicas
	Negativo	Desafíos en adaptar las infraestructuras existentes a nuevos requisitos ambientales

Tabla 1. Factores de influencia en el sector Gestión de Tránsito Aéreo (ATM).

### 3. IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS

En un entorno dinámico y en constante cambio, es importante no solo estar al tanto de las tendencias actuales que impactan el funcionamiento del sector, sino también anticipar las expectativas futuras que moldearán su desarrollo. Esta sección se centra en la identificación de las tendencias actuales que están emergiendo en el ámbito de la ATM, así como en las proyecciones de aquellas que se esperan en el futuro

#### 3.1. TENDENCIAS ACTUALES

En la actualidad, la **Gestión del Tránsito Aéreo (ATM)** enfrenta a una serie de retos consecuencia del crecimiento continuado de tráfico. A medida que la demanda de operaciones crece, se hacen más evidentes dos problemas clave: la **falta de capacidad** y la **baja resiliencia**. Estos problemas no solo afectan la **eficiencia** de las operaciones, sino que también impactan en la **seguridad** y la **satisfacción de los usuarios**. En este contexto, se han identificado tendencias actuales que buscan ofrecer soluciones efectivas y sostenibles, relacionadas con la digitalización y automatización, la interoperabilidad y el enfoque en sostenibilidad.

##### - Problemas actuales: falta de capacidad y baja resiliencia

La **falta de capacidad** en los sistemas actuales de ATM se refiere a la dificultad de gestionar eficientemente el creciente volumen de tráfico aéreo. Con proyecciones que indican un aumento significativo en el número de operaciones en los próximos años, muchos sistemas de gestión existentes están experimentando tensiones en su funcionalidad, lo que puede resultar en demoras y congestión. La falta de capacidad no solo compromete la **\*\*experiencia del usuario\*\***, sino que también puede tener repercusiones sobre la **\*\*seguridad operacional\*\***.

Por otro lado, la **baja resiliencia** se relaciona con la incapacidad de los sistemas ATM para adaptarse y recuperarse rápidamente de crisis o cambios inesperados, como las perturbaciones ocasionadas por el clima o situaciones extraordinarias que afectan a la operación. Un sistema de baja resiliencia a menudo enfrenta dificultades para mantener sus operaciones en momentos de estrés, lo que puede llevar a una gestión ineficaz del tráfico aéreo y, por ende, a un deterioro en los servicios prestados al usuario.

##### - Tendencias actuales basadas en la automatización

Las tendencias actuales que emergen en respuesta a estos problemas clave son fundamentales para garantizar un futuro sostenible y eficiente para la ATM. En este sentido, se destacan las siguientes:

**Digitalización y automatización:** La **digitalización y automatización** están transformando la manera en que se gestiona el tráfico aéreo. La integración de **tecnologías digitales**, como la inteligencia artificial y los sistemas automatizados, permite recopilar y analizar datos en tiempo real, mejorando la capacidad de respuesta ante picos de demanda. Esto no solo optimiza el flujo de tráfico aéreo, sino que también incrementa la **eficiencia operativa** y la **seguridad**. Por ejemplo, los sistemas de gestión de tráfico basados en algoritmos optimizados pueden anticipar problemas de capacidad y gestionar trayectorias de forma eficiente.

**Interoperabilidad:** La **interoperabilidad** se ha convertido en un aspecto crucial en ATM, facilitando la colaboración entre distintos actores del sector, incluyendo **gobiernos, operadores de aeronaves y proveedores de servicios de navegación aérea**. Al lograr que diferentes sistemas y plataformas sean compatibles entre sí, se puede asegurar una comunicación fluida y una gestión más efectiva del tráfico aéreo. Esta tendencia es especialmente relevante en un contexto internacional, donde una



mayor cooperación es necesaria para abordar los desafíos transfronterizos que presenta el creciente tráfico aéreo.

**Enfoque en sostenibilidad:** El enfoque en sostenibilidad está ganando terreno dentro del sector ATM, impulsado por la necesidad de reducir el impacto ambiental de la aviación. Las iniciativas que promueven **prácticas operativas sostenibles**, como el uso de biocombustibles, el diseño eficiente de aeronaves y la optimización de rutas de vuelo, son esenciales. Adoptar un enfoque de sostenibilidad no solo responde a las expectativas sociales y regulatorias, sino que también genera un sistema más **resiliente** al reducir la dependencia de recursos que pueden ser inciertos.

En resumen, las tendencias actuales en Gestión del Tránsito Aéreo se centran en abordar las problemáticas de **falta de capacidad y baja resiliencia mediante la digitalización y automatización, la interoperabilidad y un enfoque en sostenibilidad**. Estas tendencias no solo permitirán una mejora en la eficiencia y seguridad de las operaciones, sino que también establecerán las bases para un futuro más sostenible en el sector.

### 3.2. TENDENCIAS EMERGENTES

A medida que el sector de la Gestión del Tránsito Aéreo se adapta a las demandas del futuro, surgen varias tendencias emergentes que tienen el potencial de transformar el funcionamiento de la ATM. La figura 2 refleja el esquema futuro que se plantea en el escenario ATM, con los diferentes elementos emergentes.

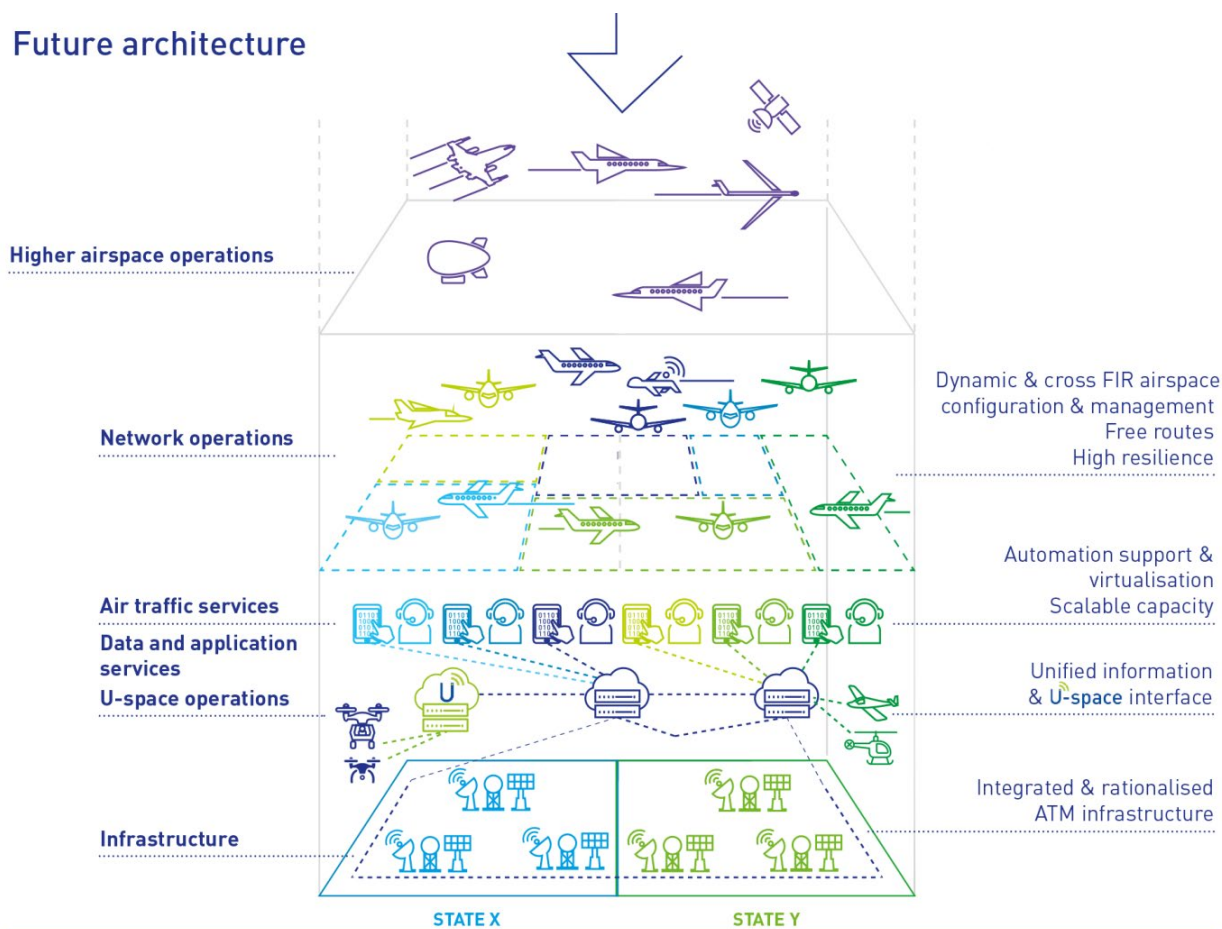


Figura 2. Futura arquitectura ATM (Fuente [5]).

Estas tendencias emergentes no solo prometen abordar los problemas actuales, como la falta de capacidad y la baja resiliencia, sino que también facilitarán una evolución significativa hacia una gestión más eficaz y sostenible del tráfico aéreo.

- **Virtualización de los Servicios ATM:** La virtualización de los servicios de Control del Tráfico Aéreo (ATC) se está posicionando como una tendencia clave que cambiará la forma en que se gestionan los vuelos en Europa. Esta iniciativa permite que diferentes centros de control ofrezcan servicios de ATC para un determinado volumen de espacio aéreo, que, a su vez, podrían gestionar espacios aéreos de manera más flexible y adaptable. La deslocalización geográfica de los servicios de control permitiría, teóricamente, un manejo de flujos de tráfico desde cualquier ubicación, marcando un avance significativo hacia una gestión más eficiente y resiliente.
- **Movilidad Aérea Urbana (UAM):** La expansión de aeronaves no tripuladas y plataformas de aire urbano, tales como taxis aéreos, está creando una nueva dimensión en la ATM, al tener que garantizar la compatibilidad de estos modos de operación. Este cambio requerirá modificaciones en la regulación y la infraestructura para garantizar la seguridad y la integración con el tráfico aéreo existente. La UAM no solo promueve la innovación, sino que también promete aliviar la congestión del tráfico en las ciudades, lo que representa una gran oportunidad para el sector.
- **Higher Airspace Operations:** A medida que el sector avanza, también se están considerando las operaciones en el espacio aéreo superior, que incorporarían vuelos de alta altitud más allá de los niveles actuales de aviación comercial. Esta tendencia plantea desafíos relacionados con la regulación y la gestión de la separación de tráfico con vuelos comerciales actuales.
- **Mayor importancia de los Factores Humanos:** Si bien la tecnología desempeñará un papel crucial en la evolución de la ATM, la importancia de los factores humanos también será fundamental. La interacción entre los controladores de tráfico aéreo y los sistemas automatizados necesita un diseño cuidadoso para maximizar la eficacia y seguridad operacional. Con el avance de la automatización, se requerirá un enfoque que asegure que los controladores estén debidamente capacitados y adaptados a nuevas tecnologías, garantizando así una transición suave hacia sistemas más automatizados sin comprometer la seguridad.
- **Tecnologías emergentes:** El avance de tecnologías emergentes, como la computación cuántica, la inteligencia artificial y la expansión de la tecnología 5G, también influirán en la ATM. Por ejemplo, la computación cuántica puede ofrecer diferentes soluciones para resolver problemas complejos de optimización en la gestión del tráfico aéreo, mientras que la expansión del 5G mejorará la conectividad y capacidad de los sistemas, permitiendo la transmisión de grandes volúmenes de datos en tiempo real.
- **Enfoque en la sostenibilidad y resiliencia:** La sostenibilidad se convertirá en un pilar esencial dentro del desarrollo de la ATM. La presión por parte de organismos gubernamentales y la sociedad civil llevará a implementar medidas más agresivas que reduzcan la huella de carbono y promuevan prácticas sostenibles. Así, la inversión en tecnologías y la implantación de nuevos modos de operación que mitiguen el impacto ambiental será prioritario, al igual que la adaptación de los sistemas actuales para garantizar que sean más resilientes.

En conclusión, las tendencias futuras en la Gestión del Tráfico Aéreo no solo deben ser vistas como avances tecnológicos, sino como transformaciones necesarias que buscarán resolver los problemas actuales y preparar a la industria para los desafíos venideros.

## 4. ESCENARIOS FUTUROS

El sector de la Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) está experimentando una transformación significativa, impulsada por avances tecnológicos, necesidades crecientes de modernización, y la evolución de nuevas formas de movilidad. En las secciones anteriores, se ha examinado las tendencias actuales y emergentes, así como los factores que influyen en el desarrollo del ATM en Europa y España. Estos análisis proporcionan el marco necesario para proponer varios escenarios futuros, cada uno de los cuales presenta diferentes oportunidades y retos para la industria.

Este apartado se centra en la exploración de cuatro escenarios específicos, los cuales ofrecen visiones diversas sobre el posible desarrollo del ATM. Estos escenarios son herramientas para anticipar cómo las tendencias actuales podrían evolucionar y qué implicaciones tendrían en los campos de la investigación y el desarrollo.

El primer escenario examina la implantación de la movilidad aérea urbana, que proyecta un futuro donde las ciudades integran eficazmente sistemas de movilidad aérea, requiriendo soluciones innovadoras de infraestructura y gestión del tráfico. El segundo escenario aborda la automatización de servicios y sistemas, promovida por SESAR, donde la redistribución de responsabilidades entre humanos y sistemas automatizados redefine la eficiencia operativa y la seguridad. El tercer escenario explorado es la virtualización de servicios, que permitiría a centros de control gestionar el tráfico aéreo de diferentes entornos geográficos, una línea de desarrollo ambiciosa con potencial para transformar la operativa y el mercado ATM, aunque enfrenta desafíos técnicos, normativos y políticos. Finalmente, el escenario de las Higher Airspace Operations presenta un futuro en el que se desarrollan las operaciones en el espacio aéreo superior, abriendo nuevas aplicaciones tecnológicas y oportunidades de negocio, pero también demandando un marco regulatorio robusto y soluciones de integración innovadoras.

A través de estas exploraciones, se busca proporcionarles identificar tanto las oportunidades como los desafíos futuros.

### 4.1. IMPLANTACIÓN DE LA MOVILIDAD AÉREA URBANA

En el escenario de la implantación de la movilidad aérea urbana, se prevé que esta nueva forma de transporte entre al sector con gran fuerza, impulsada por la creciente demanda en las principales ciudades europeas y españolas. Este auge no solo desencadenará un notable crecimiento del sector, sino que también requerirá la creación de sistemas y servicios innovadores que aseguren la compatibilidad con las operaciones aéreas actuales. El desarrollo de infraestructuras específicas, como vertipuertos, y la modernización de los sistemas de gestión del tráfico aéreo serán esenciales para gestionar de manera eficiente el tráfico urbano a baja altitud.

Este escenario presenta varias particularidades. La infraestructura deberá adaptarse para satisfacer las exigencias únicas de las aeronaves de despegue y aterrizaje vertical (VTOL) y otros vehículos UAM. Será crucial garantizar que las nuevas vías aéreas urbanas se integren y coordinen eficazmente con los flujos de tráfico aéreo comercial y general, minimizando los riesgos potenciales y mejorando la eficiencia operativa. Además, las regulaciones tendrán que actualizarse para reflejar la llegada de estas tecnologías, garantizando que los marcos legales sean adecuados para la gestión de este tipo de tráfico.

La probabilidad de que este escenario se materialice es moderada a alta, dado el interés creciente en la movilidad aérea urbana y los avances tecnológicos actuales. El impacto de su implementación sería muy alto, llevando a transformar la movilidad urbana e introducir una alternativa viable a la congestión vehicular en ciudades densamente pobladas. Las oportunidades que surgen incluyen la creación de nuevos

mercados económicos a través del surgimiento de empresas relacionadas con el diseño, operación y mantenimiento de sistemas UAM, así como la generación de empleo.

No obstante, hay varios riesgos potenciales asociados a este escenario. La seguridad es primordial, ya que la operación de UAM en entornos urbanos densamente poblados aumenta la posibilidad de accidentes. Además, sin una regulación adecuada, existe la amenaza de un marco normativo insuficiente que no aborde adecuadamente las particularidades de estos nuevos vehículos. Se debe considerar también el impacto ambiental, particularmente el aumento del ruido y su cumplimiento con las normativas ambientales existentes.

Para mitigar estos riesgos, es esencial desarrollar protocolos de seguridad robustos y llevar a cabo pruebas piloto que validen los sistemas antes de un despliegue más amplio. La colaboración con organismos reguladores será importante para establecer un marco normativo armonizado. Asimismo, invertir en tecnologías de propulsión sostenibles y silenciosas ayudará a minimizar el impacto ambiental, contribuyendo a la aceptación pública de este nuevo modo de transporte.

IMPLANTACIÓN DE MOVILIDAD AÉREA URBANA	
Infraestructura	Desarrollo de vertipuertos e integración con tráfico aéreo existente.
Compatibilidad	Coordinación con aviación comercial para minimizar riesgos
Probabilidad	Moderada a alta
Impacto	Muy alto, transformación de la movilidad urbana
Oportunidades	Nuevos mercados y empleos en diseño, operación y mantenimiento
Riesgos	Seguridad, regulaciones inadecuadas, impacto ambiental
Medidas de mitigación	Protocolos de seguridad, colaboración regulatoria, tecnologías de propulsión sostenible

Tabla 2. Características del escenario de Implantación de Movilidad Aérea Urbana.

#### 4.2. MAYOR NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN EN SISTEMAS Y SERVICIOS

En el escenario de automatización de servicios y sistemas de gestión del tráfico aéreo (ATM), se plantea una evolución significativa hacia niveles avanzados de automatización, según las directrices del programa SESAR. Este desarrollo tecnológico promueve una redistribución de las tareas y responsabilidades entre humanos y sistemas automatizados, redefiniendo el papel de los controladores de tráfico aéreo. Estos profesionales pasarían de gestionar directamente las operaciones diarias a desempeñar un rol más centrado en la supervisión y la toma de decisiones complejas, apoyados por la inteligencia artificial y algoritmos avanzados.

La transformación inherente a la automatización implicaría un cambio en la naturaleza del trabajo en el sector del ATM. Los sistemas automáticos mejorarían significativamente la capacidad de gestionar el tráfico aéreo, permitiendo decisiones más ágiles basadas en datos precisos y en tiempo real. Además, esta automatización impulsaría la interoperabilidad entre los diferentes centros de control en Europa, optimizando el uso coordinado del espacio aéreo. No obstante, este cambio conlleva desafíos como la posible dependencia tecnológica, donde el fallo en sistemas automatizados podría comprometer la seguridad si no se gestiona adecuadamente. Asimismo, existe el riesgo de una pérdida gradual de habilidades por parte del factor humano debido a la disminución de su intervención directa en las

operaciones cotidianas. También podría surgir resistencias a nivel organizativo y cultural ante la modificación de roles establecidos.

Sin embargo, las oportunidades que ofrece la automatización son amplias. Un aumento en la eficiencia operativa y la capacidad para gestionar mayores volúmenes de tráfico aéreo son expectativas realistas, junto con mejoras en la seguridad a través de la reducción del error humano. La estandarización de sistemas podría facilitar una colaboración transnacional más eficaz, potenciando la cohesión del espacio aéreo europeo. Para mitigar los riesgos asociados, es importante implementar estrategias de gestión que incluyan sistemas redundantes y protocolos de calidad y seguridad robustos para asegurar la fiabilidad tecnológica. Programas de capacitación continua ayudarán a mantener y desarrollar las habilidades críticas necesarias para operar en este nuevo entorno automatizado. También, un enfoque colaborativo en la reestructuración organizacional ayudará a superar resistencias culturales, asegurando que el personal esté completamente comprometido en el proceso de transición y que se cumplan las necesidades operacionales.

AUTOMATIZACIÓN EN SISTEMAS Y SERVICIOS	
Tecnología	Implementación de inteligencia artificial y algoritmos predictivos en la gestión del tráfico aéreo.
Probabilidad	Alta, debido al respaldo institucional y avance tecnológico
Impacto	Alto, con mejoras en eficiencia, capacidad y seguridad operacional
Oportunidades	Mayor eficiencia y capacidad operativa, reducción de errores humanos, cooperación transnacional
Riesgos	Dependencia tecnológica, pérdida de habilidades, resistencia al cambio
Medidas de mitigación	Uso de sistemas redundantes, capacitación constante, enfoque colaborativo en el cambio organizacional

Tabla 3. Características del escenario de automatización de sistemas y servicios.

#### 4.3. LA VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ATM

En este escenario, SESAR lidera la innovación hacia la virtualización de los servicios de Control de Tráfico Aéreo (ATC), permitiendo la prestación de servicios desde cualquier centro de control en Europa. Al separar las funciones de infraestructura de la prestación de los servicios, se habilitaría un modelo en el que el control de cualquier volumen de espacio aéreo podría gestionarse desde cualquier entorno geográfico. Este enfoque busca optimizar la capacidad del sistema, permitiendo una rápida adaptación a fluctuaciones en el tráfico aéreo. Además, abre la puerta a un mercado competitivo donde diferentes proveedores ofrecen servicios ATC, potenciando la eficiencia y la innovación. Sin embargo, la implantación enfrenta desafíos significativos de naturaleza tecnológica, normativa, formativa y política.

La virtualización requiere una homogeneización tecnológica entre los diferentes sistemas europeos, lo cual plantea importantes desafíos técnicos. Los sistemas de datos y vigilancia necesitarían interoperabilidad avanzada para garantizar que cualquier centro de control pueda gestionar diferentes espacios aéreos sin fricción. La formación del personal también debe revisarse, pues los controladores necesitarán adaptarse a operar en escenarios no habituales. Además, este modelo podría generar tensiones políticas, ya que involucra la gestión del espacio aéreo de un estado por controladores de otros países, lo que puede despertar objeciones en cuanto a soberanía. Normativamente, este cambio debe ir acompañado de un marco legal revisado y consensuado que respalde y facilite la implementación de este nuevo paradigma.



Dada la complejidad que tendrá este proceso de virtualización, con grandes retos tecnológicos y normativos, la probabilidad de implantación, puede ser moderada o baja, con un impacto muy alto, con potencial de transformar radicalmente la eficiencia del ATM europeo y fomentar un entorno competitivo.

La virtualización ofrece varias oportunidades significativas. Puede mejorar la eficiencia del espacio aéreo europeo al permitir una mejor distribución de recursos y responder rápidamente a la demanda del tráfico. Además, fomenta la innovación al crear un entorno competitivo entre proveedores de servicios ATC. Sin embargo, este cambio también presenta riesgos: la falta de homogeneización tecnológica podría llevar a interrupciones en el servicio, y las tensiones políticas podrían obstaculizar la cooperación entre estados. En términos de seguridad, una interoperabilidad mal implementada podría comprometer la integridad del control del tráfico aéreo.

Para mitigar estos riesgos, es necesario crear una plataforma tecnológica común que facilite la interoperabilidad entre diferentes sistemas. Programas de formación integral asegurarán que los controladores puedan operar eficientemente en múltiples escenarios. Además, se necesitará un esfuerzo concertado para desarrollar un consenso político y normativo que respalde este modelo, evitando conflictos entre estados miembros. La colaboración con socios europeos para el desarrollo de estándares comunes puede allanar el camino hacia una virtualización exitosa, asegurando que el nuevo sistema sea robusto, seguro y beneficioso para todos los involucrados.

VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ATM	
Tecnología	Necesidad de homogeneización e interoperabilidad avanzada entre sistemas europeos
Formación	Personal preparado para operar en diversos escenarios geográficos
Política	Posibles tensiones sobre soberanía en la gestión de espacio aéreo
Normativa	Cambios legales significativos para permitir virtualización del control aéreo
Probabilidad	Moderada, debido a retos complejos
Impacto	Muy alto, con posible transformación en eficiencia y creación de un mercado competitivo
Oportunidades	Mejora de eficiencia, respuesta rápida a la demanda, innovación mediante competencia entre proveedores
Riesgos	Desafíos de interoperabilidad, tensiones políticas, riesgos de seguridad
Medidas de mitigación	Plataforma tecnológica común, formación integral, desarrollo de consensos políticos y normativos

Tabla 4. Características del escenario de Virtualización de Servicios ATM.

#### 4.4. DESARROLLO DE LAS HIGHER AIRSPACE OPERATIONS

Este escenario se centra en el desarrollo y expansión de las operaciones en el espacio aéreo superior, que abarca niveles de vuelo más altos que los utilizados actualmente por la aviación comercial tradicional. Existen líneas de negocio dedicadas a aplicaciones que requieren operar a estas altitudes superiores, como servicios de telecomunicaciones, observación terrestre y otros servicios de alta tecnología. Sin embargo,

las características únicas de estas aeronaves, especialmente durante las fases de ascenso y reentrada, plantean desafíos de compatibilidad con las operaciones comerciales existentes.

Las aeronaves destinadas a operar en el espacio aéreo superior tienen requerimientos específicos en términos de diseño, propulsión y operativa, que las diferencian significativamente de las aeronaves comerciales convencionales. Estas particularidades requieren una coordinación meticulosa con el tráfico aéreo comercial para asegurar un flujo seguro y eficiente durante las transiciones de ascenso y reentrada. El impacto potencial en las rutas comerciales sugiere la necesidad de una integración cuidadosa en el modelo actual de gestión del espacio aéreo.

Dada la creciente demanda de aplicaciones tecnológicas que requieren operaciones de gran altitud, la probabilidad de desarrollo de este tipo de operación es elevada, pero estará limitada por desafíos regulatorios y técnicos, principalmente en la compatibilidad con la operación comercial. El impacto será alto, con el potencial de abrir nuevas líneas de negocio y desarrollar capacidades tecnológicas avanzadas.

El desarrollo del espacio aéreo superior ofrece varias oportunidades. Puede establecer nuevas líneas de negocio y avances tecnológicos significativos en diversas industrias, desde telecomunicaciones hasta investigación científica. Además, fomenta innovaciones en diseño de aeronaves y sistemas de propulsión que pueden ser beneficiosos para otros segmentos de la aviación.

No obstante, los riesgos incluyen la gestión del tráfico aéreo en las fases de ascenso y descenso, que podría interferir con las rutas comerciales. Los requisitos tecnológicos y económicos para desarrollar y operar estos vehículos son significativos, lo que puede limitar la accesibilidad del mercado y retrasar su implementación.

Para mitigar estos riesgos, se debe desarrollar un sistema de gestión del espacio aéreo superior que permita una integración eficaz con las operaciones aéreas existentes, evitando conflictos y garantizando la seguridad. Establecer estándares y procedimientos claros para las fases de ascenso y reentrada es esencial. Además, promover la colaboración entre industrias, reguladores y actores del sector facilitará el desarrollo e implementación de estas operaciones de manera coordinada y segura.

DESARROLLO DE LAS HIGHER AIRSPACE OPERATIONS	
Aeronaves	Diseños y sistemas de propulsión específicos para operar a niveles de vuelo superiores
Compatibilidad	Integración segura con operaciones comerciales, especialmente en fases de ascenso y reentrada
Probabilidad	Moderada, con potencial de aplicación limitada por desafíos técnicos y regulatorios
Impacto	Alto, creando nuevas líneas de negocio y avances tecnológicos
Oportunidades	Nuevos servicios en telecomunicaciones, observación e investigación científica
Riesgos	Conflictos con tráfico comercial, altos requisitos técnicos y económicos
Medidas de mitigación	Sistema de gestión aéreo superior eficaz, colaboración sectorial, estándares y tecnologías especializadas

Tabla 5. Características del escenario de desarrollo de las Higher Airspace Operations.

## 5. PROPUESTA DE ACCIONES

### 5.1. ACCIONES RECOMENDADAS

Para que la Red Horizontes pueda maximizar su contribución y eficacia en el ámbito de la Gestión del Tránsito Aéreo (ATM), se pueden plantear una serie de acciones estratégicas, considerando las fortalezas de empresa pública vinculada al sector defensa y transporte, así como la capacidad de colaboración con instituciones académicas y del sector público:

- **Alineación con objetivos Europeos:**

Identificar y mapear los objetivos y prioridades establecidos por el programa SESAR y el European ATM Master Plan, y compararlos con los intereses estratégicos del sector público español.

Establecer un plan de acción que permita orientar la investigación y desarrollo hacia áreas que se alineen con estas prioridades, potenciando así la influencia y competitividad de la Red Horizontes en proyectos y convocatorias europeas.

- **Fortalecimiento de la relación con el Sector Público:**

Desarrollar asociaciones estratégicas con organismos clave como Enaire, Aena e Indra, que puedan facilitar la inclusión en proyectos de alto nivel dentro del programa SESAR.

Aprovechar los recursos y datos del sector público para generar información estratégica, mejorar la capacidad predictiva y analítica de proyectos y fortalecer las propuestas de valor en convocatorias de I+D.

- **Foco en áreas de interés industrial:**

Llevar a cabo un análisis exhaustivo para identificar áreas tecnológicas e industriales en las cuales el sector público tenga intereses definidos, orientando así los esfuerzos de I+D hacia dichos sectores.

Desarrollar capacidades y conocimientos específicos en tecnologías emergentes que sean críticas para la modernización del sector ATM, tales como la automatización, la inteligencia artificial y las tecnologías de la información.

- **Potenciación de alianzas europeas:**

Fomentar relaciones de colaboración con universidades e instituciones europeas líderes en el ámbito ATM para potenciar el intercambio de conocimiento, experiencia y tecnologías.

Participar en redes y consorcios que faciliten el intercambio de know-how y permitan a la Red Horizontes adquirir un rol protagonista en el desarrollo de soluciones ATM innovadoras y sostenibles.

- **Inversión sostenida en I+D:**

Asignar recursos a largo plazo que aseguren la participación continua y activa en programas de investigación, con vistas a construir un legado de innovación y resiliencia organizacional.

Como se ha señalado en diferentes ocasiones, los programas de I+D no pueden constituir una línea de negocio en si misma, pero son una palanca para conseguir otros objetivos, tanto técnicos como de desarrollo de la organización. Al implementar estas acciones y planes de seguimiento, ISDEFE se



posicionará favorablemente para enfrentar de manera efectiva los retos futuros del ATM, contribuyendo al desarrollo de un espacio aéreo europeo más eficiente.

## 5.2. PLAN DE SEGUIMIENTO

Para asegurar que las iniciativas de I+D y las estrategias propuestas se mantengan alineadas con las tendencias emergentes y las necesidades de sus stakeholders, la Red Horizontes debería implementar un plan de seguimiento estructurado, que considere los siguientes elementos:

### - Seguimiento continuo de tendencias:

Establecer un sistema de vigilancia tecnológica y de mercado que permita identificar tendencias y desarrollos emergentes en ATM, facilitando la identificación temprana de oportunidades y riesgos potenciales.

Participar en foros y conferencias internacionales del sector, lo que permitirá a Isdefe estar al tanto de las últimas innovaciones y cambios normativos en el ámbito ATM.

### - Evaluación y ajuste estratégico:

Implementar revisiones periódicas de las estrategias y proyectos en curso, con el objetivo de evaluar el grado de alineación con los objetivos establecidos y realizar ajustes necesarios.

Fomentar una cultura organizacional abierta al aprendizaje y la adaptación, que valore la flexibilidad y promueva la implementación ágil de cambios estratégicos cuando se identifiquen nuevas oportunidades o desafíos.

### - Colaboración y comunicación:

Fomentar la comunicación interna y externa efectiva sobre los logros, desafíos y aprendizajes obtenidos de los programas de I+D, promoviendo la transparencia y el reconocimiento de los éxitos.

Desarrollar mecanismos de feedback que faciliten el intercambio de información entre todos los actores involucrados en el ecosistema ATM, permitiendo ajustes estratégicos informados y basados en experiencias compartidas.

## 6. CONCLUSIONES

Después de analizar la situación y previsión de los programas de I+D en Europa, se pueden extraer algunas ideas y conclusiones para orientar una estrategia en el desarrollo de esta área para cualquier organización o institución del sector.

El ámbito del Transporte Aéreo en general, y la Gestión del Tránsito Aéreo en particular, se ha posicionado como un área estratégica, necesaria para el desarrollo industrial y social europeo, y con unas necesidades tecnológicas crecientes.

Esta situación ha llevado a la creación de la SESAR Joint Undertaking, que canaliza la financiación pública en este ámbito, la gestiona, controla y trata de materializar en programas y soluciones implantables.

La **primera conclusión es que el sector cuenta con fondos específicos dedicados a I+D**, que hacen que sea un entorno de interés, con amplias posibilidades de financiación, con diferentes mecanismos dependiendo del grado de madurez de la solución.

Aunque ha sido un proceso largo, las necesidades que se identifican en materia de ATM se han conseguido centrar en iniciativas desarrolladas y relacionadas a nivel europeo:

- El European ATM Master Plan, que fija los objetivos a desarrollar a nivel europeo.
- La “Strategic Research and Innovation Agenda” (SRIA), que materializa con las correspondientes hojas de ruta los proyectos o áreas prioritarias para alcanzar los objetivos del EATMP.
- El Digital European Sky, que presenta el entorno final esperable para el sistema futuro.

Por tanto, como **segunda conclusión** se puede señalar que los objetivos de I+D, que consigan llevar los esfuerzos dedicados a **proyectos implantables finales**, están fijados, y permite evaluar la aportación de las diferentes fases de los proyectos (con diferentes TRL) a los objetivos y líneas marcadas como punto final. Se han definido las áreas prioritarias, **con hojas de ruta que permiten prever la evolución** que deben tener los proyectos y los resultados.

Esta situación está haciendo que diferentes ámbitos de investigación, tecnológicos e industriales, orienten sus esfuerzos hacia este sector, que hasta ahora era minoritario y desconocido de forma global. El análisis de las últimas convocatorias lanzadas por parte de SESAR (como elemento canalizador de la financiación) muestra un volumen de ofertas muy elevado, con grandes aportaciones y consorcios de diferentes orientaciones. Esta característica hace que el crecimiento y los resultados que se van obteniendo en los proyectos son cada vez mas ajustados a los objetivos finales.

Esto lleva a una **tercera conclusión** del análisis, marcada por el **aumento de la competencia** existente para conseguir la financiación de los proyectos, y el gran movimiento que se produce entre empresas, instituciones y centros de investigación en la negociación de consorcios para cada una de las llamadas.

## 7. ANEXOS

### 7.1. ESTRATEGIA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA DIGITAL EUROPEAN SKY (DES) Y DISTRIBUCIÓN DE FONDOS DE I+D.

Como se ha señalado en la exposición del contexto, el programa Digital European Sky (DES) está estructurado en tres fases principales de investigación e innovación:

- investigación exploratoria, denominada “**Exploratory Research**”.
- investigación y validación industrial, denominada “**Industrial Research**”
- y demostradores industriales, denominado “**Digital Sky Demonstrators**”

SESAR ha desarrollado su línea y programas de innovación a través de esta estructura de programas, o diferenciación en función de la aplicabilidad o grado de madurez que podrían tener las soluciones o resultados esperados.

La evolución se inicia con programas y soluciones operativas y tecnológicas que van desde la exploración (bajo TRL) hasta la validación, lo que permite una progresión acelerada hacia la demostración (alto TRL) y la transición al mercado. Por tanto, el programa de investigación se construye a partir de cuatro categorías de actividades;

1. investigación exploratoria (niveles de madurez tecnológica (TRL 0-2).
2. investigación y validación industrial (TRL 3-6);
3. innovación y adopción aceleradas (TRL 2-7);
4. demostradores digitales del cielo (TRL 7 y TRL 8),

Las categorías 2 y 3 se consideran enmarcadas dentro de las fases de investigación industrial. Desde el punto de vista de financiación las tres primeras líneas o grupos de proyectos son financiados en el marco del programa Horizonte Europa por parte de la UE.

En el caso de los Demostradores (TRL 7 – 8), los programas están financiados en el marco del Mecanismo «Conectar Europa», Connecting Europe Facility (CEF) para la parte de la UE, en colaboración con la Agencia Ejecutiva Europea de Clima, Infraestructuras y Medio Ambiente (CINEA). Dentro del Digital European Sky, estos demostradores están sujetos a un acuerdo de trabajo específico. En este acuerdo, la SESAR 3 JU garantiza la orientación estratégica de los proyectos y proporciona asesoramiento técnico a la CINEA, que gestiona las convocatorias de propuestas y las subvenciones resultantes.

La SESAR 3 JU proporcionará apoyo financiero, con algunas condiciones o características básicas:

- El apoyo financiero se centra principalmente en forma de subvenciones
- Deben ser acciones directas de investigación e innovación
- La selección debe realizarse tras convocatorias abiertas, transparentes y competitivas,
- Se debe garantizar la apertura a los recién llegados.

En la figura 3 se ofrece una visión general de la planificación de alto nivel y la secuencia de convocatorias del programa DES para 2021-2030.

La secuencia de llamadas mantiene como estrategia tratar de garantizar la canalización de los resultados de los proyectos de R&I, de forma que cada llamada o convocatoria se pueda basar en resultados ciertos y aplicables de las convocatorias anteriores, garantizando la transparencia y el acceso a la información y los resultados

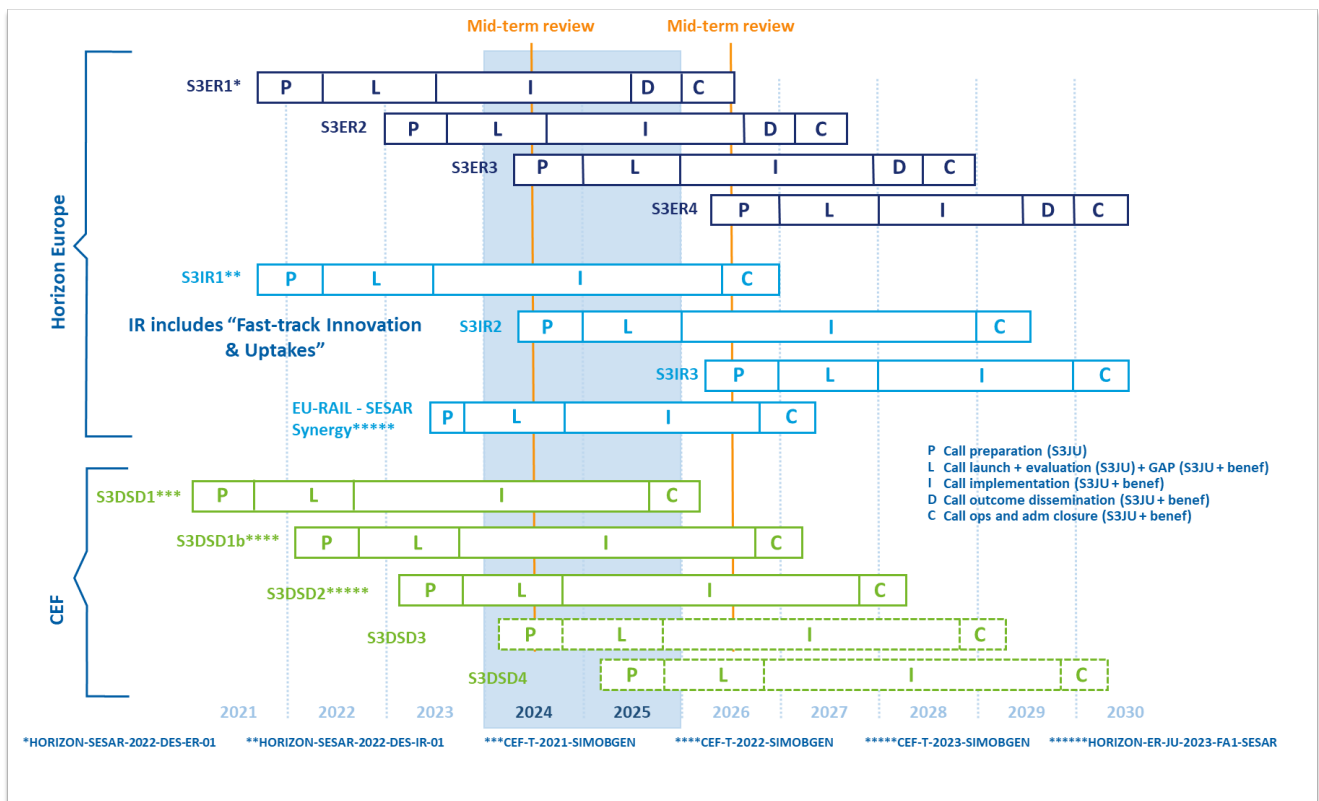


Figura 3. Secuencia de convocatorias de Digital European Sky (Fuente [3] ).

Además de las actividades operativas, la SESAR 3 JU pretende dar importancia y relevancia a determinadas actividades transversales necesarias en el desarrollo e implantación del DES:

- la planificación conjunta de los programas.
- la gestión del rendimiento, con el fomento de programas y medidas de evaluación
- la preparación para la normalización y estandarización de resultados y soluciones.

Como parte de la gestión del programa SESAR 3 JU, estas actividades transversales pretenden mantener la coherencia entre los proyectos individuales, y contribuir así a la cohesión general del programa DES.

## 7.2. ACCIONES PREVISTAS PARA 2024-2025)

Analizando la información publicada por parte de la SESAR 3 JU se pueden identificar las principales Áreas estratégicas que se promueven a nivel europeo, y como se ha señalado, canalizadas a través de la SESAR 3 JU.

De forma global se definen cinco áreas estratégicas de operaciones (SAO) que enmarcan las operaciones de la SESAR 3 JU, y que necesariamente se orientan hacia la ejecución de las actividades del programa DES.

1. Líneas de apoyo al Digital European Sky
2. Potenciar la línea de Exploratory Research
3. Desarrollo de la investigación y validación industrial
4. Facilitar una implantación rápida de las soluciones SESAR en el mercado
5. Llevar a cabo actividades de divulgación de SESAR (cooperación, sinergias y temas y actividades transversales)

Para desarrollar estas áreas estratégicas se han planteado una serie de proyectos y líneas con subvenciones concretas para su aplicación.

#### 7.2.1. LÍNEAS DE APOYO AL DIGITAL EUROPEAN SKY (DES)

Para los años 2024-2025, se ha previsto actualizar el ATM Master Plan para adecuarlo a los objetivos del Digital European Sky.

Aunque ambas iniciativas están relacionadas, y se mantiene la coordinación correspondiente, la intención es ir actualizando el ATM Master Plan, teniendo en cuenta los resultados de los proyectos que se han ido finalizando en los años previos, y tratar de comprobar la orientación y adecuación a los objetivos del DES.

En esta línea de desarrollo se identifican dos proyectos principales: **AMPLE3 y PEARL**. Estos proyectos se han adjudicado en el marco de la convocatoria HORIZON-SESAR-2022-DES-IR-01 en 2023.

#### 7.2.2. LÍNEA DE “EXPLORATORY RESEARCH”

Las actividades relacionadas con la investigación básica, lo que en el entorno SESAR se denomina “Exploratory Research”, se consideran acciones prioritarias, y a que es la fase inicial del desarrollo de los concepto y sistemas, y deben servir como punto de inicial de las acciones relacionadas con el ATM Master Plan.

Es una de las acciones de mayor interés en el ámbito ATM, ya que supone una oportunidad para las empresas, universidades e instituciones para entrar e iniciarse en las acciones ATM. Al plantearse como la base de las siguientes líneas (Industrial Research y Demonstradores), es una oportunidad para el acceso a estas líneas de mayor desarrollo.

En las subsecciones siguientes se resumen las actividades exploratorias previstas por convocatoria.

- **DES ER 1 call (HORIZON-SESAR-2022-DES-ER-01)**

En esta convocatoria se ha adjudicado un total de **18 proyectos**, que se muestran en la figura 4.

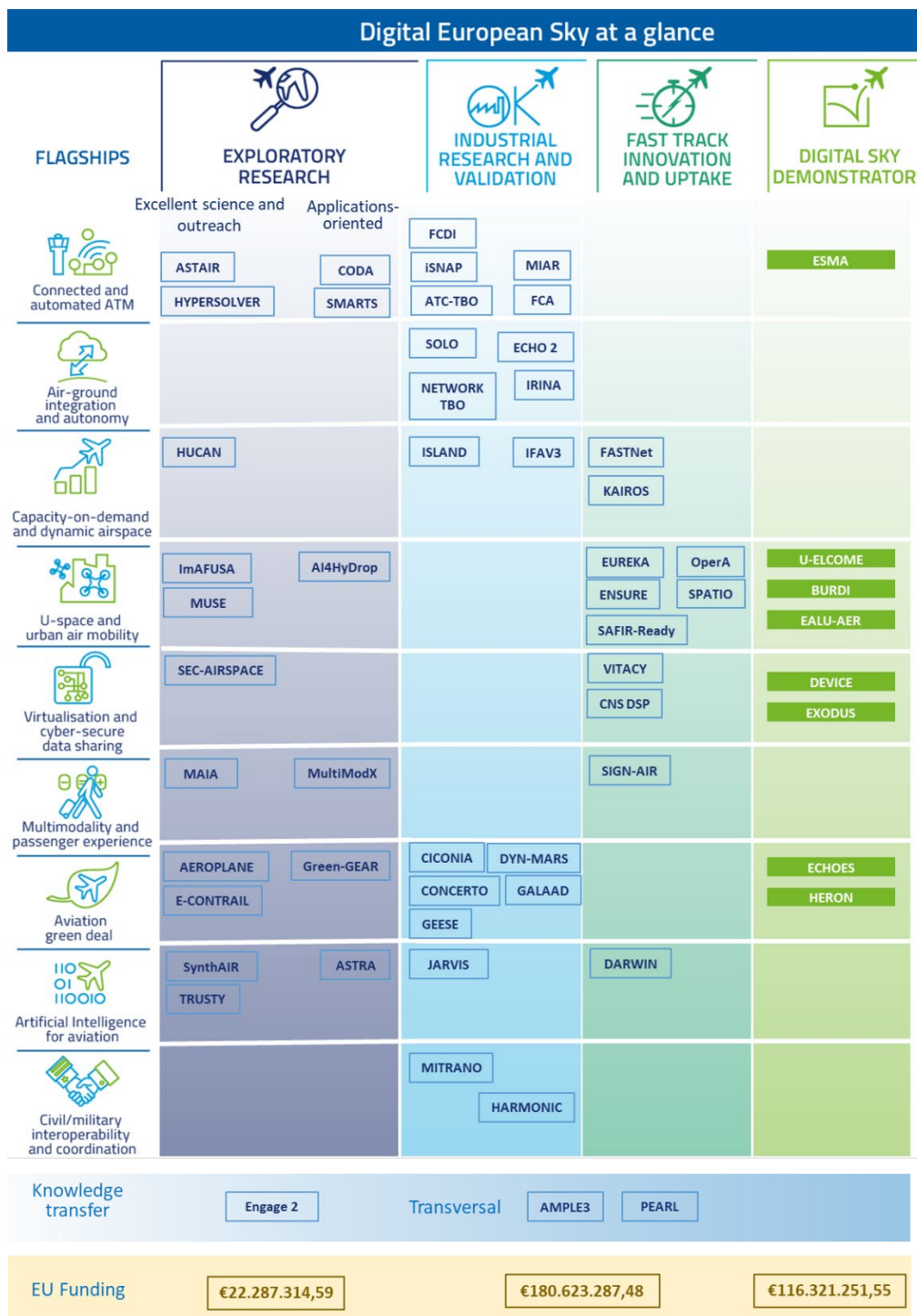


Figura 4. Resultado de convocatoria 2023 (Fuente [3]).

Como se puede ver en la figura, los proyectos han cubierto el conjunto de líneas prioritarias de la SRIA (denominadas Flagships), salvo en el caso de “Coordinación Civil – Militar”, e “Integración tierra – aire”. que no tendrá ningún proyecto en este periodo.

Los proyectos deberán finalizar los resultados de su investigación a mediados de 2025 y garantizar su difusión durante el segundo semestre de 2025.

Como se señala en la figura, el presupuesto para el ER durante este periodo se encuentra por encima de los **22M€**.

- **DES ER 2 call (HORIZON-SESAR-2023-DES-ER-02)**

Adicionalmente, en el segundo semestre de 2023 se lanzó una nueva convocatoria de ER. Las dos áreas que no fueron cubiertas en la convocatoria de 2023 han tenido una cierta prioridad en a posible selección de proyectos a financiar.

En el gráfico siguiente se presenta la cobertura de las áreas prioritarias de la SRIA por convocatoria, la financiación de la UE para el ER1 y el presupuesto indicativo para el ER2.

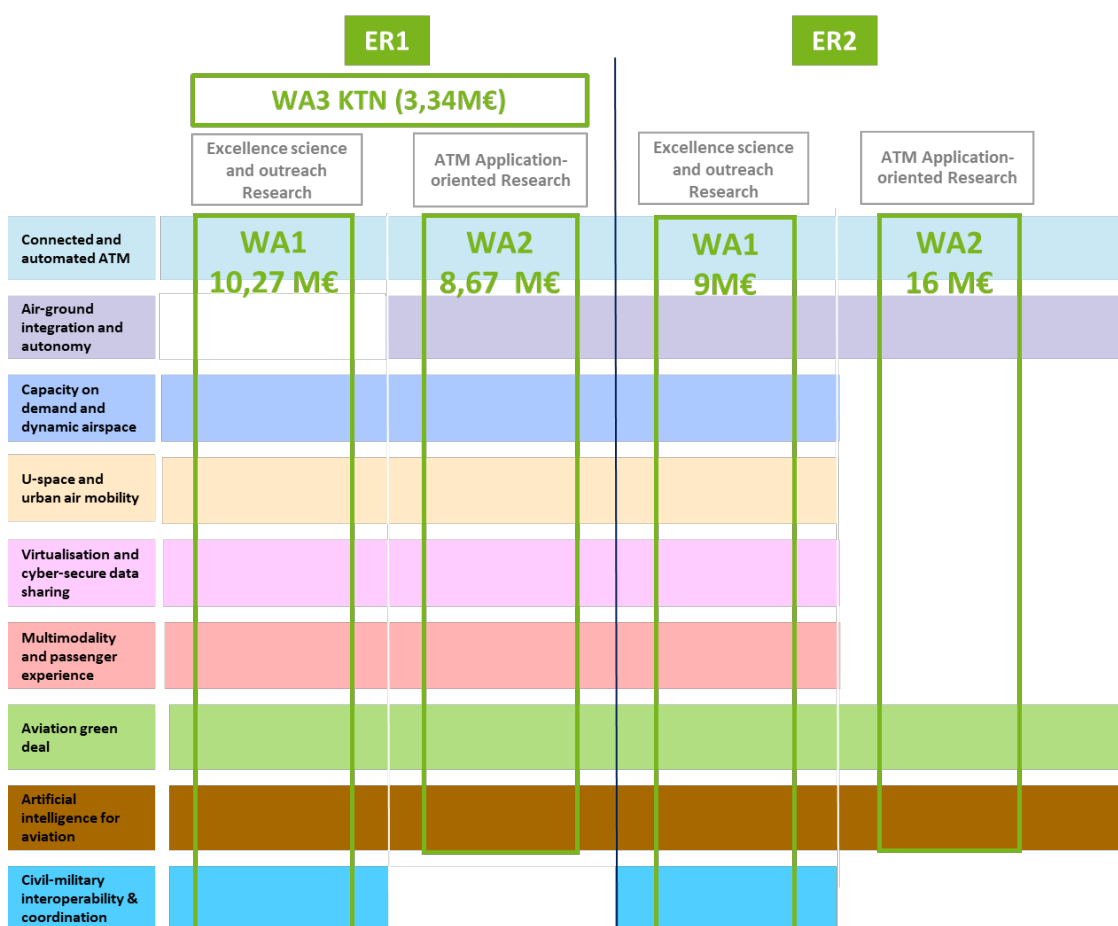


Figura 5. Cobertura de los proyectos prioritarios del SRIA a través de la primera serie de convocatorias de propuestas de Exploratory Research (Fuente [3]).

- **DES ER 3 call (HORIZON-SESAR-2025-DES-ER-03)**

En 2024, la SESAR 3 JU está preparando la tercera convocatoria de investigación exploratoria DES (HORIZON-SESAR-2025-DES-ER-03).

Las especificaciones técnicas de la convocatoria se fijarán en diciembre de 2024, para iniciar la convocatoria ER3 en enero de 2025 y la fecha límite de la convocatoria se fijará provisionalmente en abril de 2025.



Tras la evaluación y la adjudicación de las propuestas seleccionadas, la fase de preparación de las subvenciones debería abrirse en julio, lo que llevará a la firma de todas las subvenciones antes de diciembre de 2025. Los proyectos comenzarían sus actividades de investigación a principios de 2026, que tendrá un **presupuesto orientativo de 23M €**.

### 7.2.3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y VALIDACIÓN INDUSTRIAL

El objetivo principal de las actividades en el marco de esta área estratégica de actuación es ofrecer soluciones SESAR, que puedan ser implantadas, basadas en el ATM Master Plan.

Para los años 2024-2025, las actividades de investigación y validación industrial de DES tienen como objetivo facilitar la migración de ideas y resultados del Exploratory Research a la investigación aplicada y hacia la etapa de desarrollo preindustrial, la validación, los demostradores y la preparación final para el despliegue.

Este objetivo se materializa a través de los proyectos financiados en el marco de las dos convocatorias de propuestas en el ámbito ATM: DES IR 1 y DES IR 2.

A finales de se iniciaron un total de **32 proyectos con un importe total concedido de 181M€**. La finalización de estos proyectos se espera para finales de 2026.

En 2025, se espera la segunda convocatoria de investigación industrial DES (HORIZON-SESAR-2025-DES-IR-02). Se espera que se aprueben las especificaciones técnicas en diciembre de 2024, por lo que la convocatoria se lanzará en enero de 2025 con una fecha límite tentativa fijada para abril de 2025. Tras la evaluación y la adjudicación de las propuestas seleccionadas, la fase de preparación de la subvención debería abrirse en julio, lo que conducirá a la firma de los acuerdos de subvención en diciembre de 2025 y al inicio de las actividades de investigación a principios de 2026.

En este caso el **presupuesto** estimado de la convocatoria **será de 171M €**.

En la figura se muestra la distribución en las convocatorias, y las áreas ya señaladas.



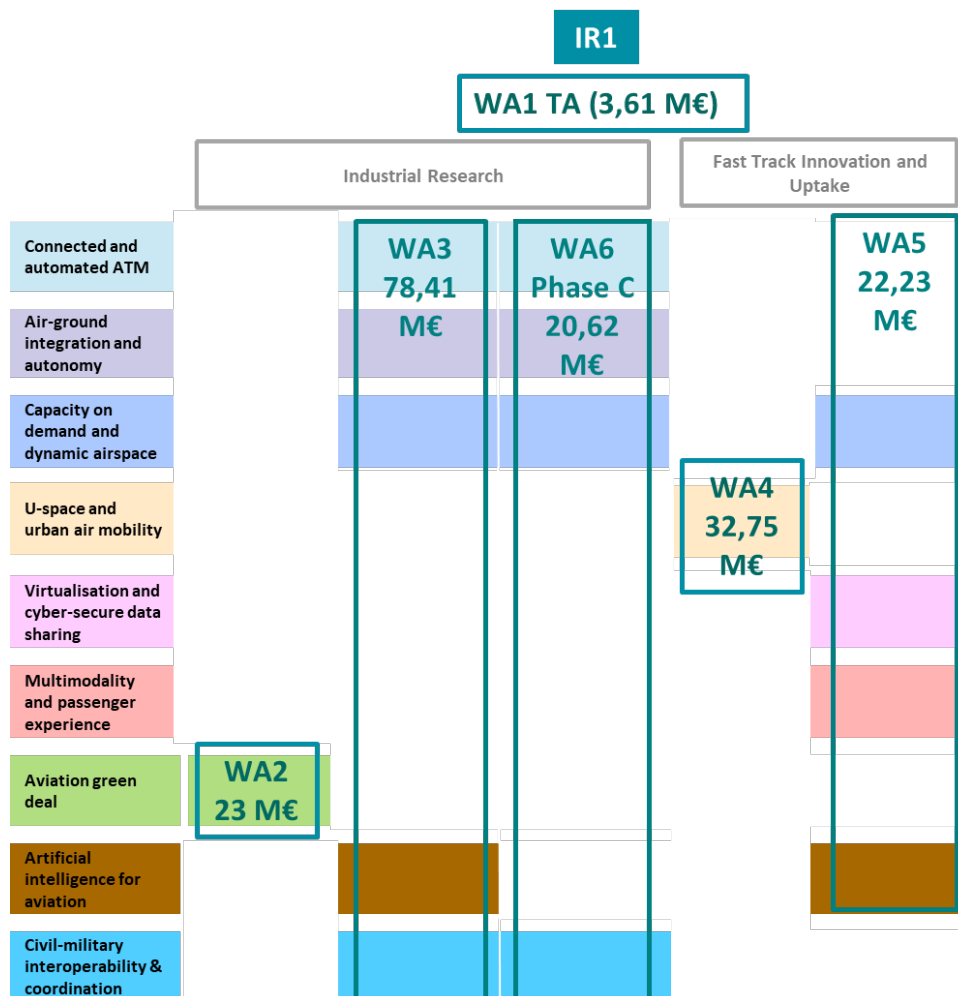


Figura 6. Cobertura de los proyectos prioritarios de la SRIA a través de la primera serie de convocatorias de propuestas Industrial Research (Fuente [3]).

#### 7.2.4. FACILITAR UNA IMPLANTACIÓN RÁPIDA DE LAS SOLUCIONES SESAR EN EL MERCADO

Las actividades en el marco de esta área estratégica de operaciones apoyarán tres objetivos operativos principales para los años 2024 y 2025:

- En primer lugar, presentar una propuesta de soluciones implantables aprovechando los resultados de SESAR 2020 y alineada con las prioridades de despliegue definidas en el nuevo Plan Director.
- En segundo lugar, seguir creando una masa crítica de proyectos y soluciones que se implantan y que permitirán el despliegue de fases posteriores de los proyectos.
- Y en tercer lugar, promover y desarrollar sinergias en áreas prioritarias.

Más concretamente, en 2024-2025, la SESAR 3 JU tendrá como objetivo garantizar que los demostradores se desarrollen en entornos operativos reales y pongan a prueba los conceptos, servicios, tecnologías y normas necesarios para llevar a cabo el DES.

Una de las novedades en los proyectos de implantación se orienta a identificar la conexión de los proyectos con las actividades de normalización, reglamentación y despliegue. Se ha demostrado que la interacción temprana con el regulador durante el proceso de demostración puede reducir significativamente el riesgo

de problemas posteriores relacionados con las necesidades reglamentarias, las aprobaciones, las evaluaciones de seguridad, etc., para las soluciones SESAR incluidas en el ámbito de aplicación.

Además, en estos proyectos se pide reforzar la coordinación con las entidades europeas responsables de la ejecución de las actividades de despliegue, principalmente el SESAR Deployment Manager (SDM). El objetivo es supervisar y reducir el riesgo a nivel técnico en la fase de despliegue.

Se señalan a continuación el detalle de las convocatorias relacionadas con los despliegues e implantación de proyectos:

- **DSD call CEF-T-2021-SIMOBGEN (DSD1a)**

Se encuentran en ejecución cinco proyectos, con un importe total de subvención de 47M€:

- Tres proyectos se enmarcan en el área de U-space y la movilidad aérea urbana (proyectos BURDI, EALU- AER y U-ELCOME)
- Dos proyectos se enmarcan en el área del Pacto Verde de la Aviación (proyectos ECHOES y HERON)..

Estos proyectos se esperan que lleguen a TRL 7/8 durante el tercer trimestre de 2025.

- **DSD call CEF-T-2022-SIMOBGEN (DSD1b)**

En 2023 se adjudicaron tres proyectos, con un importe total de subvención de 68M€.

- Dos proyectos abordan el área sobre virtualización y ciberseguridad de datos (proyectos DEVICE y EXODUS)
- Un proyecto se centra en el área de Automatización en ATM (proyecto ESMA).

En estos proyectos se espera alcanzar el TRL 8 durante el tercer trimestre de 2026.

- **DSD call CEF-T-2023-SIMOBGEN (DSD2)**

En septiembre de 2023 se lanzó una tercera convocatoria de propuestas para DSD, que tiene como fecha límite de la convocatoria el 30 de enero de 2024.

Tras el proceso de decisión del MCE, la fase de preparación de la subvención se abrirá en junio de 2024 y culminará con la firma de los acuerdos de subvención en octubre de 2024. Los proyectos ejecutarán sus actividades de demostración que concluirán con soluciones esperadas de TRL 8 durante el tercer trimestre de 2027.

En la siguiente figura se presenta la distribución de los proyectos y su relación con las áreas de interés de SRIA

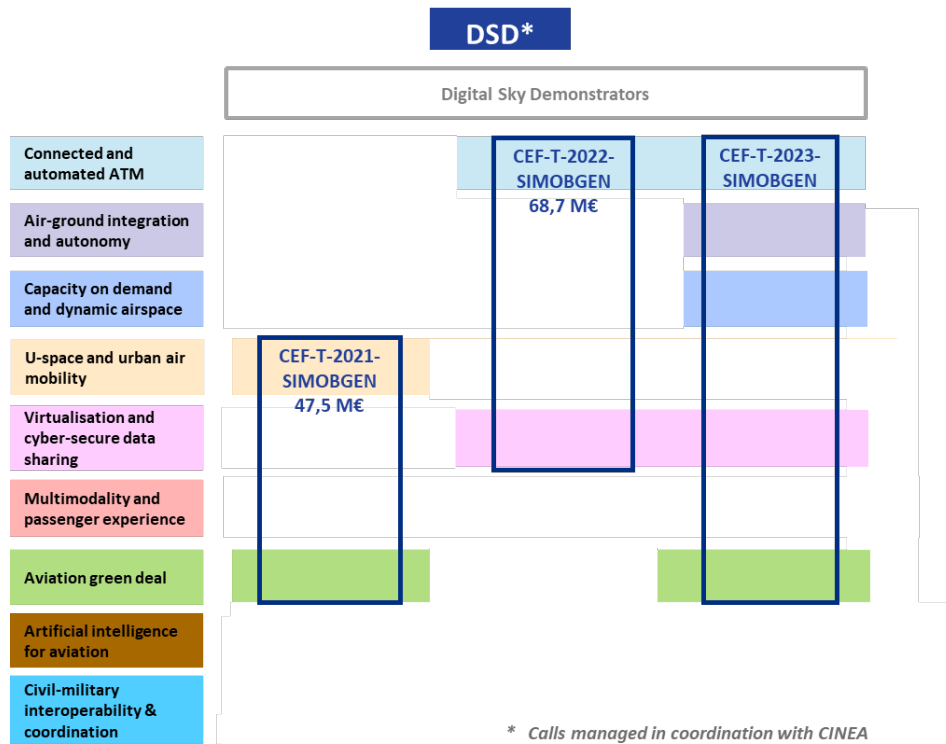


Figura 7. Cobertura de los proyectos emblemáticos del SRIA a través de las convocatorias de propuestas de los DSD (Fuente [3]).

### 7.3. REFERENCIAS

- [1].- Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación, Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) of the European Open Science Cloud (EOSC), Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/935288>
- [2].- SESAR. A proposal for the future architecture of the European airspace. 2019
- [3].- SESAR 3 Joint Undertaking BIENNIAL WORK PROGRAMME 2024-2025
- [4].- SESAR. EUROPEAN ATM MASTER PLAN Implementation view Plan 2023.
- [5].- SESAR 3 JU CONSOLIDATED ANNUAL ACTIVITY REPORT 2023
- [6].- SESAR 3 Joint Undertaking MULTIENNIAL WORK PROGRAMME 2022-2031. 2022
- [7].- Skyway SPRING 2024 EDITION #79. MAROUAN CHIDA HEAD OF THE EUROCONTROL'S ATM TRANSFORMATION UNIT. THE EUROPEAN ATM MASTER PLAN AND EUROCONTROL'S ROLE IN WIDER ATM TRANSFORMATION
- [8].- European Commission. Partnership Evaluation Report: Single European Sky ATM Research 3 Joint Undertaking (SESAR 3 JU)

### 7.4. ACRÓNIMOS

- ATM – Gestión del Tránsito Aéreo (Air Traffic Management)
- DES – Digital European Sky
- EASA – Agencia Europea de Seguridad Aérea (European Union Aviation Safety Agency)
- EATMP – European ATM Master Plan
- ER – Exploratory Research
- IR – Industrial Research
- OACI – Organización de Aviación Civil Internacional (International Civil Aviation Organization)
- RPAS – Sistemas Aéreos No Tripulados (Remotely Piloted Aircraft Systems)
- SRIA – Strategic Research and Innovation Agenda
- SES – Cielo Único Europeo (Single European Sky)
- SESAR – Single European Sky ATM Research
- TRL – Nivel de Tecnología (Technology Readiness Level)
- UAM – Movilidad Aérea Urbana (Urban Air Mobility)
- Uospace – Espacio Aéreo para Drones (Urban Airspace)