

LIBRO BLANCO DE LA

MOVILIDAD AÉREA URBANA



Ayuntamiento de Madrid. 2025

La coordinación de este documento
corresponde a la Dirección General de
Gestión y Vigilancia de la Circulación.



Carta del alcalde

Madrid siempre ha sido una ciudad que mira hacia el futuro sin renunciar a su identidad. A lo largo de los siglos, hemos sabido combinar tradición e innovación, construyendo una capital abierta, diversa y comprometida con el progreso.

Hoy ese espíritu vuelve a ponerse a prueba con un desafío apasionante: preparar a nuestra ciudad para una nueva dimensión de la movilidad, la movilidad aérea, que se elevará sobre nuestras calles y conectará el cielo con la vida urbana.

El Libro Blanco de la Movilidad Aérea Urbana de Madrid que el lector tiene en sus manos representa un paso decisivo en ese camino.

Este libro es el resultado de un trabajo riguroso, participado y coordinado desde el Ayuntamiento, con la colaboración de otras administraciones, entes públicos, universidades, centros tecnológicos, empresas y profesionales del sector aeroespacial. Todos ellos han aportado su conocimiento para definir una hoja de ruta que sitúe a Madrid entre las ciudades europeas pioneras en movilidad aérea innovadora.

Nuestro objetivo es claro: garantizar que esta transformación se produzca de forma ordenada, segura, sostenible y al servicio de las personas. La tecnología debe estar al servicio del ciudadano, no al revés. Por ello, cada paso que demos estará guiado por la responsabilidad, el respeto al entorno urbano y la mejora de la calidad de vida de quienes habitan y trabajan en esta ciudad.

Madrid cuenta con las condiciones para liderar este proceso: una sólida base industrial y tecnológica, una administración comprometida con la innovación y, sobre todo, una ciudadanía que siempre ha sabido adaptarse y participar en los grandes cambios de su tiempo.

Este Libro Blanco no es un punto final, sino, muy al contrario, un punto de partida. Nos marca el rumbo hacia el futuro de una movilidad más limpia, eficiente y moderna, que seguirá haciendo de Madrid una referencia de progreso y convivencia.

Invito a todos los madrileños, a las administraciones públicas, instituciones, empresas y profesionales a acompañarnos en este nuevo viaje de Madrid al cielo.

José Luis Martínez-Almeida

Alcalde de Madrid

Índice

Carta del alcalde	3
Resumen Ejecutivo	6
1. Introducción	10
La Movilidad Aérea Urbana, un mercado con perspectivas de gran crecimiento	12
El futuro de la movilidad aérea urbana en Madrid	14
2. Situación actual de la movilidad aérea urbana	17
2.1. Marco de referencia tecnológico	18
2.1.1. Aeronaves no tripuladas (UAV)	19
2.1.2. Infraestructuras físicas de movilidad aérea urbana	28
2.1.3. Infraestructuras críticas de apoyo a las operaciones aéreas	34
2.1.4. Sistemas de Gestión del tráfico aéreo Urbano (UTM/U-space)	36
2.1.5. Principales actores tecnológicos a nivel global	39
2.2 Marco de referencia regulatorio	41
2.2.1. Contexto Estratégico y Evolución del Marco Regulador	43
2.2.2. Principios Fundamentales	44
2.2.3. Alineación con otras políticas	44
2.2.4. Rol de los Organismos Internacionales, Europeos, Nacionales, Autonómicos y Locales	44
2.2.5. Metodología	45
2.2.6. Análisis normativo	45
2.2.7. Análisis normativo Conclusiones sobre el Marco Normativo para Operaciones UAS y Movilidad Aérea Innovadora (IAM)	49
3. Ciudades referentes	53
4. Ecosistema de actores	59
4.1. Agentes clave	60
4.2. Colaboraciones público-privadas	63
5. Grupos de trabajo	67
5.1. Grupo 1. Normativa	68
5.1.1. Conclusiones del Grupo de Trabajo de Normativa	81
5.1.2. Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo	82
5.2. Grupo 2. Seguridad	83
5.2.1. Conclusiones del Grupo de Trabajo de Seguridad	88
5.2.2. Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo	89
5.3. Grupo 3. Operaciones	90
5.3.1. Conclusiones del Grupo de Trabajo de Operaciones	93
5.3.2. Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo	93
5.4. Grupo 4. Infraestructuras	94
5.4.1. Conclusiones del Grupo del Trabajo de Infraestructuras	96
5.4.2. Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo	97
5.5. Grupo 5. Medio Ambiente y Ciudadanía	97
5.5.1. Conclusiones del Grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Ciudadanía	99
5.5.2. Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo	101

5.6.	Grupo 6. Operadores económicos.....	102
5.6.1.	Conclusiones del Grupo de Trabajo de Operadores económicos	103
5.6.2.	Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo	104
6.	Hoja de Ruta	107
6.1.	Acciones propuestas por categoría.....	109
6.1.1.	Normativa y regulación.....	109
6.1.2.	Seguridad	110
6.1.3.	Operaciones.....	111
6.1.4.	Infraestructuras	112
6.1.5.	Medio ambiente y Ciudadanía.....	113
6.1.6.	Operadores Económicos	113
6.1.7.	Gobernanza y Ecosistema.....	114
6.2.	Conclusiones.....	116
	Referencias	121
	Siglas	123
	ANEXOS	124
	ANEXO 1.....	124
	Listado de grupos de trabajo y entidades participantes.....	124
	ANEXO 2	126
	Plantilla propuesta para inventario de actividades económicas y casos de uso de servicios de movilidad aérea urbana en la ciudad de Madrid	126
	ANEXO 3	127
	Normativas Aplicables.....	127
	Otras Referencias Consideradas	130

Resumen Ejecutivo

La movilidad aérea urbana (UAM) está emergiendo como una solución clave para repensar el transporte en las ciudades del siglo XXI, gracias al avance de nuevas tecnologías aeronáuticas, la digitalización del espacio aéreo y una creciente necesidad de descongestionar los entornos urbanos de forma sostenible. Este Libro Blanco parte del reconocimiento de que la movilidad aérea es ya un proceso en marcha con hitos concretos y marcos regulatorios cada vez más definidos, tanto a nivel europeo como nacional.

En Europa, la UAM se engloba dentro del concepto de Innovative Air Mobility (IAM), un enfoque que prioriza la integración ordenada en el espacio urbano, la sostenibilidad ambiental, la interoperabilidad entre sistemas y la seguridad regulatoria desde las fases iniciales de despliegue. IAM engloba tanto los Servicios Aéreos Innovadores (IAS, por sus siglas en inglés), que incluyen usos como el reparto de mercancías con drones, el transporte sanitario urgente o la vigilancia aérea, como el desarrollo de servicios de transporte aéreo urbano de pasajeros y carga mediante aeronaves avanzadas como los vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL).

Desde el punto de vista tecnológico, la movilidad aérea urbana se articula en torno a varios componentes esenciales. En primer lugar, las aeronaves no tripuladas (UAV), que incluyen vehículos de ala fija, monorrotor, multirrotor, híbridos y especialmente los eVTOL, constituyen el núcleo operativo del nuevo ecosistema. En segundo lugar, las infraestructuras físicas como los “vertiports”, que deberán ser diseñados bajo el principio de modularidad, es decir, con servicios diferenciados según su uso y demanda, junto a soluciones complementarias como dronepads y estaciones tipo drone-in-a-box para operaciones puntuales y/o de drones de menor tamaño, permitirán una red adaptada a distintas tipologías de misión y entornos urbanos.

A su alrededor, se desplegarán infraestructuras críticas de apoyo a las operaciones aéreas, incluyendo sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia, sistemas meteorológicos, ciberseguridad y gestión de datos, todos ellos clave para garantizar operaciones fiables y seguras.

Dentro de este marco, otro elemento esencial para la movilidad aérea urbana es el espacio aéreo donde se van a integrar las operaciones de los UAV, y la importancia que tendrá en ello el U-space. Europa avanza hacia una integración progresiva entre aeronaves no tripuladas y aviación tripulada, en un modelo basado en la automatización y cooperación entre los sistemas. Aunque existen importantes desafíos relacionados con la interoperabilidad entre proveedores, la gestión de contingencias o la coordinación institucional, diversos proyectos europeos ya trabajan activamente en su implementación.

Junto a los componentes esenciales citados antes, es fundamental considerar el papel de los actores globales que conforman el ecosistema IAM: fabricantes de aeronaves (como Zipline, Wing Joby, Vertical o Archer), operadores, desarrolladores de sistemas U-space (como ENAIRE, ANRA, Unifly o ITG), integradores de infraestructuras (como Skyports o Bluenest) y autoridades nacionales e internacionales, todos ellos configurando un escenario dinámico y altamente especializado.

En el plano regulatorio, el análisis realizado en este Libro Blanco pone de manifiesto que se está desarrollando un marco robusto para posibilitar operación segura de aeronaves en zonas urbanas. A nivel internacional, la normativa de la OACI proporciona principios generales, mientras que la Unión Europea, a través de reglamentos como el 2019/947 o el 2021/664, ha establecido un entramado legal avanzado para las operaciones UAS y el despliegue de servicios U-space.

En el caso de la normativa nacional, la reciente aprobación del Real Decreto 517/2024 supone un avance en términos normativos, dado que mejora la definición de las condiciones técnicas y operacionales para habilitar corredores aéreos urbanos, es decir, vuelos más allá de línea de vista en zonas urbanas, zonas U-space y espacios de uso específico, proporcionando las herramientas necesarias para planificar escenarios seguros de reparto, logística y transporte de pasajeros con eVTOL en entornos urbanos.

A su vez, existen capacidades normativas en el ámbito local y autonómico, mediante figuras como la Ley del Suelo o las ordenanzas municipales de movilidad y ruido, que permiten ajustar el despliegue de la IAM a las características urbanas y sociales de cada ciudad.

En este contexto, la ciudad de Madrid se posiciona como un nodo estratégico, gracias a su ecosistema institucional, la existencia de infraestructuras logísticas y aeroportuarias, y a un potente sector aeroespacial. Este posicionamiento permite abordar operaciones reales con una implementación paulatina en orden de complejidad de aquí a 2035, desde drones de reparto sanitario o logístico hasta vuelos de eVTOL para carga y pasajeros desde “vertiports” urbanos.

Además, la normativa europea ha establecido marcos de certificación específicos para aeronaves eVTOL a través del Reglamento (UE) 2018/1139, y marcos Part-21 y CS-23 adaptados a aeronaves con capacidad VTOL. EASA ha definido los requisitos técnicos, operativos y de aeronavegabilidad que permiten avanzar hacia la validación de aeronaves seguras y aptas para entornos urbanos densos, elemento fundamental para que Madrid pueda acoger operaciones reales bajo altos estándares de seguridad.

El análisis de ciudades referentes en movilidad aérea urbana a nivel internacional proporciona aprendizajes valiosos para Madrid. Shenzhen ha sido la primera en autorizar vuelos comerciales no tripulados con eVTOL; Dubái y Nueva York han comenzado la construcción de “vertiports” e integración multimodal; Rotterdam y Helsinki avanzan en la implementación de corredores logísticos con drones y plataformas U-space; Dallas y São Paulo experimentan con operaciones simultáneas y diversas en entornos urbanos complejos; Milán, Ginebra y Brisbane articulan estrategias para integrar “vertiports”, grandes eventos y servicios públicos.

Por otra parte, ciudades como Dublín, Miami o Múnich exploran modelos híbridos de colaboración público-privada con objetivos ambiciosos de despliegue; asimismo, Zúrich opera el primer espacio U-space de Suiza en fase real, dentro del sistema nacional SUSI gestionado por el ANSP suizo (Skyguide), con servicios básicos U1/U2 para drones en zonas GEO y coordinación digital con proveedores USSPs, mientras que Hamburgo lidera demostraciones U-space aplicadas a logística y servicios médicos. Madrid, con los primeros pasos de planificación técnica y la coordinación institucional ya iniciada, se encuentra en una posición ventajosa para sumarse a este conjunto de ciudades pioneras.

La implementación de la movilidad aérea urbana requiere la coordinación de múltiples actores. El Gobierno de España, las comunidades autónomas y las entidades locales son responsables de establecer marcos regulatorios, mientras que las autoridades europeas de aviación civil (como EASA) definen estándares de certificación y control del espacio aéreo. Responsables de planificación urbana, agencias de transporte público y proveedores de tecnología deben colaborar para asegurar una integración funcional y segura en el sistema de transporte existente.

Los operadores y desarrolladores de infraestructuras tienen el reto de desplegar servicios sostenibles, eficientes y adaptables a un sector en continua evolución. Pero, sobre todo, el éxito del sistema dependerá de su aceptación. En este contexto, las colaboraciones público-privadas se revelan como un instrumento clave. Estas colaboraciones ya se están materializando en forma de proyectos de I+D cofinanciados por instituciones europeas, como U-ELCOM, CORUS five, EUREKA, BURDI, EALU-AER o DALI-LAB. Estos proyectos desarrollan desde conceptos operacionales y plataformas U-space hasta estructuras para “vertiports”, integración de aeronaves tripuladas y no tripuladas o Living Labs para probar casos de uso comerciales.

El reparto competencial muestra una clara necesidad de colaboración multinivel. Mientras que el Estado conserva competencias exclusivas sobre el espacio aéreo y la regulación general de aeronaves, las comunidades autónomas y los ayuntamientos tienen roles fundamentales en aspectos como urbanismo, movilidad local, seguridad pública y gestión de infraestructuras. El marco legal europeo, y su transposición en el Plan Nacional de Despliegue del U-space, exige mecanismos de coordinación entre administraciones a todos los niveles para la gestión de zonas geográficas U-space y

la implementación de servicios relacionados, lo que convierte a los entes locales en actores imprescindibles para un despliegue ordenado, seguro y eficiente de la IAM.

Las entidades locales juegan un papel fundamental en la regulación de aspectos clave como la definición y gestión de zonas geográficas U-space, la utilización del espacio público, la integración de los “vertiports” con la trama urbanística, el adecuado desarrollo de las actividades aeronáuticas o los requisitos medioambientales para las operaciones. Por otro lado, las comunidades autónomas tienen competencias en la autorización y supervisión de las infraestructuras aeronáuticas, así como de su regulación regional e intermunicipal. La coordinación de las competencias de los distintos niveles administrativos es crucial para el éxito de la movilidad aérea urbana.

Conscientes de este contexto de transformación, el Ayuntamiento de Madrid constituyó el 31 enero de 2024 la Comisión Municipal de Movilidad Aérea Urbana. Impulsada por el Excmo. Sr. José Luis Martínez Almeida, Alcalde de Madrid, esta comisión reúne a representantes técnicos y estratégicos de diversas áreas municipales, con el objetivo de establecer las bases de una ordenanza que permita el despliegue ordenado, seguro y eficiente de la IAM.

Para abordar el trabajo de manera especializada, la comisión se ha estructurado en seis grupos de trabajo centrados en áreas clave: Normativa, Operaciones, Infraestructuras, Seguridad, Medio Ambiente y Ciudadanía, y Operadores Económicos. Estos grupos no solo generan conocimiento técnico, sino que actúan como espacios de análisis, diálogo y coordinación interinstitucional, promoviendo una visión transversal que incorpora desde el primer momento aspectos críticos como la sostenibilidad, la convivencia ciudadana o la viabilidad económica del sistema.

A partir de los trabajos desarrollados por estos grupos y de un análisis comparado internacional, se ha definido una hoja de ruta estructurada en tres fases temporales. En el corto plazo (2026-2028), se priorizará la consolidación institucional y regulatoria, mediante la consolidación de la Comisión Municipal de Movilidad Aérea Urbana, la elaboración de una ordenanza específica sobre el uso de UAS en el ámbito municipal y la definición de procedimientos administrativos y técnicos para su operación segura. Se promoverán entornos controlados de prueba y proyectos piloto, estudios de viabilidad para la implantación de infraestructuras, campañas de información y sensibilización ciudadana y el fortalecimiento de la unidad policial especializada en control y seguridad aérea.

En el medio plazo (2029-2031), el foco se dirigirá a la consolidación operativa y tecnológica del ecosistema urbano. Se avanzará en el despliegue de sistemas de gestión U-space, la planificación de una red inicial de vertiports, y la implantación de infraestructuras tecnológicas de apoyo como meteorología o comunicaciones. Paralelamente, se desarrollarán criterios comunes de evaluación ambiental y se reforzará la colaboración con el tejido empresarial y académico para promover la innovación y la capacitación profesional.

Finalmente, en el largo plazo (2032 en adelante), la ciudad consolidará un ecosistema maduro con aeronaves tripuladas, corredores aéreos estables, infraestructuras interurbanas e integración completa con la movilidad terrestre. Se fomentará la colaboración con proyectos de innovación, la actualización normativa constante, y se desplegarán métricas de desempeño que garanticen la transparencia, la sostenibilidad y la confianza ciudadana.

En conjunto, este Libro Blanco presenta una visión estratégica, realista y ambiciosa para consolidar a Madrid como referente europeo en movilidad aérea urbana. La hoja de ruta planteada no es solo un ejercicio técnico, sino una apuesta institucional por una ciudad más conectada, limpia, eficiente e inclusiva, preparada para despegar hacia la tercera dimensión de la movilidad.



1. Introducción

El término municipal de Madrid tiene una extensión de 604,5 kilómetros cuadrados y se divide administrativamente en 21 distritos. Es la segunda ciudad de la Unión Europea en términos de población con 3,5 millones de habitantes, sólo por detrás de Berlín, y la segunda mayor aglomeración urbana con más de 6,7 millones de habitantes en su área metropolitana.

En su territorio cuenta con importantes infraestructuras de comunicación que la convierten en el principal centro logístico de España y del sur de Europa. Dispone de una importante red de autopistas y autovías, tanto radiales como de circunvalación, y es el centro del sistema ferroviario nacional, lo que permite una eficaz comunicación con otros puntos de la región y del resto de España y Europa. También se encuentra en su territorio el aeropuerto más importante de España, tanto en pasajeros como en mercancías, y uno de los mayores de Europa. Además, cuenta con una de las redes de transporte público más eficientes, extensas y funcionales de Europa, que incluye bicicletas, metro, tren, autobuses urbanos e interurbanos.

En 2024, el transporte público del área metropolitana de Madrid alcanzó un récord con cerca de 1.722 millones de desplazamientos, que incluye Metro, autobuses urbanos e interurbanos, y Cercanías. El Metro de Madrid transportó aproximadamente 715 millones de viajeros, mientras que los autobuses urbanos gestionados por la EMT registraron 476 millones y los interurbanos llegaron a 307 millones de validaciones. Cercanías Madrid movió cerca de 200 millones (Comunidad de Madrid, 2025).

Por otro lado, el tráfico de vehículos privados sigue siendo relevante en la movilidad madrileña. Por ejemplo, en la M-30, la vía de circunvalación más transitada de la ciudad, circularon 375 millones de vehículos en 2024, con una media diaria de más de 1.000.000 de automóviles. A nivel metropolitano, se estiman más de 1,4 millones de desplazamientos diarios en vehículo privado (Comunidad de Madrid, 2022).

De cara al medio plazo, las previsiones apuntan a un incremento sostenido del uso del transporte público. Los datos provisionales de mayo de 2025 muestran un aumento anual del 3,4% (INE, 2025) en viajes totales. En logística urbana, el mercado de mensajería urgente (CEP) en España muestra un crecimiento proyectado hasta 2030 equivalente a un CAGR del 3,8% anual (Mordor Intelligence, 2024) lo que sugiere que los envíos de última milla continuarán expandiéndose también en Madrid.

Este dinamismo se ve reforzado por la fortaleza económica de la región, que consolida a Madrid como uno de los principales motores de crecimiento en España. La capital ha mostrado un notable avance durante 2024 y los primeros meses de 2025, especialmente en el mercado laboral. La afiliación a la Seguridad Social continúa marcando máximos históricos y el número de desempleados mantiene una senda descendente. La tasa de actividad se sitúa en niveles récord, mientras que la ocupación no deja de crecer, alcanzando máximos en cada trimestre.

En paralelo, la actividad turística ha experimentado un impulso significativo, consolidando en 2024 la plena recuperación tras la pandemia y alcanzando cifras históricas tanto en número de viajeros como de pernoctaciones, con el turismo internacional como principal motor de este crecimiento. Este dinamismo económico se ve reforzado por el destacado posicionamiento de Madrid en los campos de la ciencia, la tecnología y la innovación. La ciudad supera ampliamente la media nacional en inversión en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB y alberga algunos de los centros universitarios y tecnológicos más relevantes del país, tanto públicos como privados.

Gracias a estos factores, Madrid se ha consolidado como un activo centro económico con una elevada capacidad de atracción de talento e inversión. Su dinamismo se proyecta hacia el conjunto del territorio nacional, lo que refuerza su papel estratégico en el contexto español y europeo. Este marco económico favorable sienta una base sólida para el despliegue de nuevas iniciativas vinculadas a la Movilidad Aérea Urbana (UAM), que requieren entornos innovadores, con un tejido empresarial robusto y una elevada conectividad internacional.



Ilustración 1
Imagen aérea de la sede del Ayuntamiento Madrid. Fuente: Policía Municipal de Madrid

En este contexto de crecimiento económico y movilidad en expansión, Madrid se consolida también como el epicentro de la industria aeronáutica española. Este sector estratégico destaca por su capacidad para generar empleo de alta calidad, impulsar tecnologías avanzadas y tener un efecto tractor sobre otras industrias. La industria aeroespacial

española ocupa el cuarto puesto en Europa en ventas y empleo, con 13.900 millones de euros de facturación en 2023 (un 15 % más que en 2022) y más de 215.000 empleos directos e indirectos, de los cuales un 59 % provienen de exportaciones. La Comunidad de Madrid concentra el 43,1 % del empleo del sector, el 49,2 % de la facturación y el 28,7 % de los centros productivos del país según la memoria de actividades de 2023 de Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio (TEDAE).

Este liderazgo se articula en torno a dos polos clave de especialización: el de Getafe, orientado a tecnologías de observación terrestre y fabricación de componentes aeronáuticos, y el de Tres Cantos, especializado en comunicaciones por satélite. Además, la región cuenta con un ecosistema académico y de investigación de primer nivel incluyendo la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), la Universidad Rey Juan Carlos (URJC), Centro de Incubación de Negocios de la Agencia Espacial Europea (ESA-BIC), Instituto nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), Madrid Deep Space Communications Complex de la NASA o Centro de Astrobiología, entre otros, que impulsa la innovación en aeronáutica, desde los sistemas de propulsión hasta las ciencias de los materiales. Todo ello posiciona a Madrid a la vanguardia de los avances aeroespaciales europeos y como un enclave estratégico para el desarrollo de nuevas soluciones de movilidad aérea urbana (UAM).

La Movilidad Aérea Urbana, un mercado con perspectivas de gran crecimiento

El mercado global de drones y movilidad aérea innovadora (IAM) atraviesa una fase de fuerte expansión impulsada por el desarrollo de nuevas aplicaciones en logística, transporte urbano, seguridad e inspección industrial. Según (Global Market Insights, 2024), el mercado mundial de IAM alcanzó en 2024 un valor aproximado de 11.500 millones de dólares, con previsiones de crecer a ritmos anuales cercanos al 20 % hasta 2034, superando los 77.000 millones de dólares en ese horizonte. Este dinamismo se apoya en la madurez tecnológica de las aeronaves no tripuladas, la inversión de grandes fabricantes en plataformas eléctricas de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL) y la progresiva definición de marcos regulatorios que faciliten su integración segura en el espacio aéreo.

La región de Asia y el Pacífico está emergiendo rápidamente como una fuente clave de impulso para el sector UAM. Se espera que varias ciudades de la región sean las primeras en adoptar la tecnología UAM debido a la prevalencia de varias empresas regionales en el sector. Varios países como China, Japón y Corea del Sur han estado invirtiendo fuertemente en el desarrollo de ecosistemas UAM en la región en los próximos años. Shenzhen concentra 1 700 empresas de drones (DJI, EHang, etc.), que suministran el 70-80 % del mercado global de drones comerciales, con 79 % de patentes registradas por compañías chinas.

En Europa, la tendencia es igualmente positiva, con una clara apuesta por el desarrollo de un ecosistema competitivo de movilidad aérea. De acuerdo con (Grand View Research, 2024), el mercado europeo de IAM se valoró en 3.605 millones de dólares en 2024 y podría alcanzar los 40.860 millones en 2035, lo que supone un crecimiento medio anual superior al 25 %. Este avance se ve impulsado por programas estratégicos de I+D como los gestionados por SESAR 3 Joint Undertaking o Horizon Europe y por el despliegue de diversas iniciativas a lo largo de distintas ciudades de Europa, entre ellas Madrid.

Dentro de estas iniciativas cabe destacar el despliegue de grandes demostradores como los proyectos U-ELCOME, EALU-AER o BURDI, que buscan despliegues de ecosistemas U-space para acelerar el desarrollo de operaciones de drones comerciales a medio plazo, o iniciativas centradas en las ciudades como el desarrollo de guías para el despliegue de la movilidad aérea urbana en las ciudades, con ejemplos como Urban Air Mobility and Sustainable Urban Mobility Planning (UIC²/Smart Cities Marketplace (UE, 2021) o Drones and sustainable Urban Air Mobility (UAM) (European Commission / EACEA, 2022). Estas iniciativas posicionan al continente europeo como uno de los

principales polos de innovación en la integración de soluciones UAM en las ciudades.

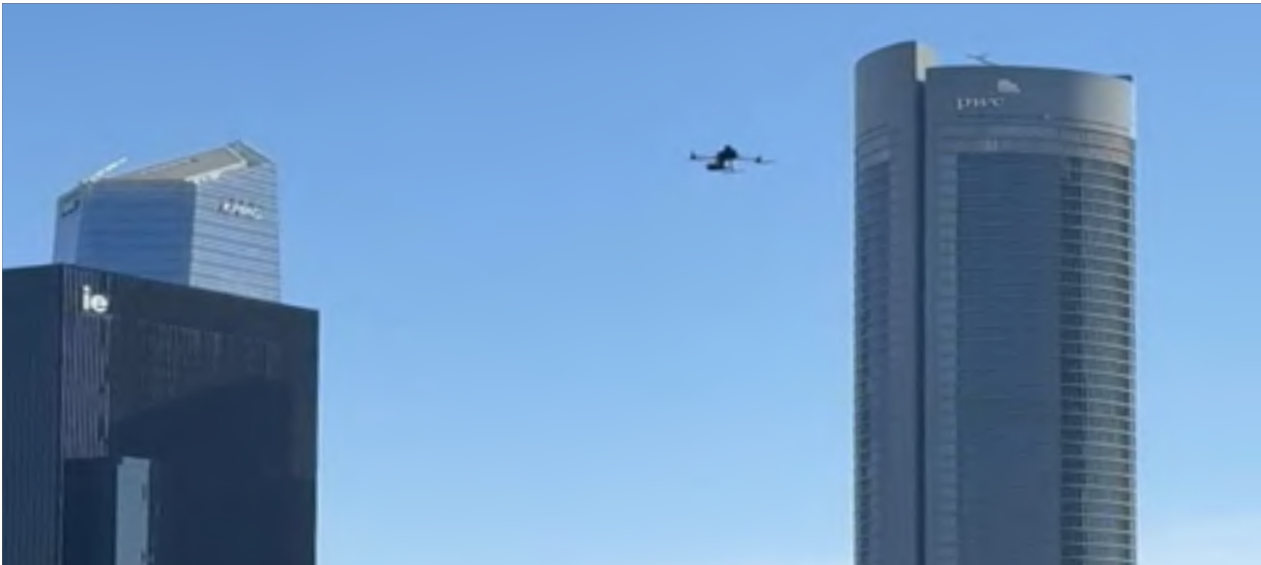


Ilustración 2
Vuelo del demostrador europeo U-ELCOMÉ para simular el transporte de medicamentos entre dos hospitales de Madrid

El Ayuntamiento de Madrid, a través de la Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal ha impulsado en los últimos años un notable avance en el uso de drones, consolidándose como un recurso esencial en la gestión urbana. Para ilustrarlo: durante 2022 la unidad realizó 1.670 vuelos en 334 operaciones aéreas, lo que supuso un incremento del 145 % respecto a 2021. En 2024, el número de actuaciones superó las 2.500, representando un crecimiento del 32 % frente a 2023, periodo en el que ya contaba con 34 drones, equipados con cámaras térmicas y visión nocturna.

Además, el incremento en el uso de drones en la ciudad también se refleja en el número de coordinaciones UAS tramitadas por ENAIRE, que pasaron de 1.003 en 2023 a 1.344 en 2024, lo que supone un crecimiento del 33,9 % interanual siendo las relacionadas con el sector audiovisual las que tienen un mayor peso. En la actualidad, se realizan de forma rutinaria vuelos en línea de vista (VLOS) con piloto que podrían calificarse dentro del nivel SAIL III, especialmente en aplicaciones de fotografía y grabación. A lo largo de 2024, se autorizaron las siguientes operaciones (datos ENAIRE):.

Actividad	Número	%
FOTOGRAFÍA	50	3,72%
FILMACIÓN	931	69,27%
FOTOGRAMETRÍA	4	0,30%
ENTRENAMIENTO Y FORMACION	1	0,07%
OBSERVACIÓN / PATRULLAJE / VIGILANCIA	206	15,33%
INVESTIGACION CIENTIFICA	-	0,00%
INSPECCIÓN / INVESTIGACIÓN Y RECONOCIMIENTO INSTRUMENTAL	2	0,15%
VARIOS / OTROS	147	10,94%
PUBLICIDAD	1	0,07%
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	-	0,00%
ESPECTACULO / EVENTO / EXHIBICION / FESTIVAL	1	0,07%
ZONA SEGREGADA TEMPORAL	1	0,07%
TOTAL	1.344	100%

Tabla. 1 Número de coordinaciones UAS tramitadas por ENAIRE - 2024

El futuro de la movilidad aérea urbana en Madrid

La movilidad aérea urbana es una actividad emergente. Incluso en los países más desarrollados como China, gran parte de las operaciones se realizan bajo excepciones regulatorias (sandboxes) con el objetivo de ganar experiencia e ir generando una regulación adecuada para este tipo de actividad.

A nivel europeo, iniciativas como U-space, impulsada por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), y diversos programas de Movilidad Aérea Urbana (UAM) apoyados por la Comisión Europea están sentando las bases para la integración segura y eficiente de drones y aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo urbano. En Europa, el desarrollo de una normativa para las operaciones en el ámbito urbano busca garantizar la seguridad y la integración con la ciudad de una forma sostenible. Cada ciudad tiene sus singularidades fruto de su historia y de la forma en la que se desarrolló, lo que conlleva condiciones de operación específicas que es preciso analizar detalladamente.

En este sentido, ciudades como Dublín, Róterdam, Hamburgo o Helsinki están participando activamente en proyectos piloto que buscan probar corredores aéreos urbanos, desplegar servicios U-space y ensayar operaciones con drones de reparto, entre otras, tanto en el marco de iniciativas de I+D como a través de programas propios. Asimismo, redes como la UAM Initiative Cities Community (UIC2), que agrupa a más de 40 ciudades europeas comprometidas con el desarrollo de esta nueva dimensión de la movilidad, trabajan para situar a las ciudades en el centro del proceso y garantizar que sus necesidades y particularidades se reflejen en la planificación. Para avanzar, será necesario que cada ciudad defina un marco regulatorio adecuado que permita el despliegue seguro y eficiente de estos servicios, todavía en una fase muy incipiente de desarrollo. Incorporar una 'tercera dimensión' a la movilidad no solo abre nuevas oportunidades para aliviar la presión sobre las infraestructuras terrestres, sino que también permite repensar el urbanismo desde una perspectiva tridimensional. Conceptos como aerotaxis, drones de reparto, corredores aéreos urbanos y nodos de intercambio multimodal tienen el potencial de transformar profundamente la forma en que entendemos la conectividad y la accesibilidad en las ciudades. Además, el despliegue de drones abrirá la puerta a nuevos servicios y modelos de negocio, con un impacto positivo en la economía urbana y el desarrollo de ecosistemas tecnológicos innovadores.

El papel de la movilidad aérea urbana en Madrid ha de conciliar las posibilidades tecnológicas y regulatorias con una adecuada integración en los sistemas de transportes e infraestructuras de la ciudad, garantizando la convivencia con otros medios de transportes y respetuosa con el medio ambiente y los ciudadanos. Conforme a los datos de la DG de Planificación e Infraestructuras de la Movilidad, en Madrid, durante el mes de junio de 2025, se han realizado 6.260.973 desplazamientos diarios en vehículo privado, 3.847.053 en transporte público, 148.794 en bicicleta y vehículo de movilidad personal (VMP) y 3.605.733 a pie. ¿Cuántos de estos viajes se realizarán en el futuro por vía aérea?, ¿qué porcentaje de la distribución urbana de mercancías se hará mediante drones?, son preguntas que es prematuro responder.

Madrid ya ha dado un primer paso mediante el Decreto de 20 de septiembre de 2023 del alcalde por el que se crea la Comisión de Movilidad Aérea Urbana y se regula su composición y funcionamiento. La Comisión de Movilidad Aérea es un "órgano de asesoramiento del artículo 76.2 del Reglamento Orgánico del Gobierno y de la Administración del Ayuntamiento de Madrid, de 31 de mayo de 2004, encargado de colaborar con la AESA y el resto de autoridades estatales y autonómicas, el sector aeroespacial, los sectores del transporte y la innovación, para el estudio de las condiciones en que deberá regularse la movilidad aérea urbana de aeronaves pilotadas por control remoto en el marco de la normativa comunitaria, estatal, y en su caso autonómica, que se promulgue sobre las operaciones de estos sistemas y su integración en los modelos de movilidad desarrollados."

Para el desarrollo de los trabajos se han creado seis grupos de trabajo - normativa, seguridad, operaciones, infraestructura, medio ambiente y ciudadanía y operadores

económicos - integrados por representantes del ayuntamiento, organismos y entidades públicas, centros de innovación, universidades, operadores de transporte, desarrolladores tecnológicos y expertos independientes para la elaboración de un Libro Blanco de la Movilidad Aérea en la Ciudad de Madrid.

Su objetivo es sentar las bases sobre las que construir un ecosistema complejo que prepare la ciudad para el cambio de paradigma que traerá la nueva movilidad. Un cambio que ya está en marcha y que tendrá que reunir y poner de acuerdo con los actores más relevantes para que tenga éxito. La movilidad aérea urbana no es una solución única, es un complemento, que trae de la mano una oportunidad real para mejorar nuestra forma de vida y de desplazamiento de forma segura, ágil y sostenible. Como resultado del trabajo conjunto de estos grupos, se ha elaborado el presente Libro Blanco, que aspira a ser una herramienta de referencia tanto para los responsables públicos como para los agentes privados y la ciudadanía. El documento se estructura en cinco apartados:

- El primero analiza el estado del arte regulatorio y tecnológico de la movilidad aérea urbana, abordando las normativas existentes a nivel nacional e internacional, los avances tecnológicos más relevantes y las principales tendencias de desarrollo.
- En el segundo bloque se presentan referentes internacionales: ciudades de todo el mundo que ya han empezado a experimentar con proyectos piloto, infraestructuras vertiportuarias, o estrategias integradas de movilidad aérea.
- El tercer apartado identifica los actores clave del ecosistema UAM, incluyendo empresas emergentes, fabricantes de aeronaves, operadores logísticos, instituciones académicas, gestores de infraestructuras y autoridades reguladoras.
- El cuarto apartado recoge las conclusiones obtenidas en los grupos de control y trabajo organizados por la Comisión, estructuradas por áreas temáticas como regulación, urbanismo, tecnología, sostenibilidad o participación ciudadana.
- Finalmente, el Libro Blanco propone una hoja de ruta hacia 2035 para desplegar la movilidad aérea urbana en Madrid, identificando hitos, fases progresivas, marcos regulatorios necesarios, inversiones prioritarias y mecanismos de gobernanza.

Invitamos al lector a leer este Libro Blanco para anticipar el futuro que ofrece una nueva forma de movilidad que va a generar nuevas oportunidades en la ciudad de Madrid y para animarle a participar en la creación de este nuevo ecosistema a través de los cauces de participación del Ayuntamiento de Madrid.



2. Situación actual de la movilidad urbana

En las últimas décadas, la movilidad aérea ha transformado el ecosistema global del transporte. Según el informe anual de 2023 del Observatorio del transporte y la logística en España el número de viajeros de transporte aéreo en 2022 alcanzó la cifra de 201.8 millones, lo que supone un incremento del +116% respecto al año anterior. El ámbito internacional experimentó un crecimiento mayor que el nacional, siendo el tráfico UE Schengen el que movilizó un mayor número de viajeros con 86,6 millones, un +104,9% más que en el año anterior.

El resto de tráfico internacional movilizó 74,0 millones de viajeros, un +194,3% más que en 2021. Por último, el tráfico nacional movilizó 41,2 millones de viajeros en 2022, un +58,3% superior a los valores registrados en 2021. Este crecimiento tiene su base en una amplia oferta de servicios, un reducido coste y unos estrictos niveles de seguridad que han convertido al avión en el medio de transporte preferido para las largas distancias.

Sin embargo, en el ámbito urbano el uso de medios aéreos ha estado muy restringido. En España su uso se reduce, casi exclusivamente, a servicios de seguridad y emergencias por su elevado coste y las dificultades de la operación de estos servicios en entornos urbanos a bajas cotas. Más allá de los permisos por uso del suelo (acotar la vía pública) y otros elementos relativos la seguridad ciudadana, influyen factores como el mayor riesgo en tierra, por la presencia de personas no involucradas e infraestructuras, y en aire, por el espacio aéreo más cercano a grandes aeropuertos y helipuertos, así como los obstáculos urbanos, lo que exige una mayor profesionalización, análisis de riesgos detallados y una compleja coordinación con múltiples actores locales y aeronáuticos.

En los últimos años comienza a aparecer un nuevo paradigma, impulsado por avances tecnológicos disruptivos y una creciente demanda de soluciones sostenibles, promete influir en la manera en que personas y mercancías se desplazan. En este contexto, dos conceptos han adquirido especial relevancia: la Movilidad Aérea Avanzada (Advanced

Air Mobility, AAM) y la Movilidad Aérea Innovadora (Innovative Air Mobility, IAM). Aunque ambos términos no tienen una definición estricta reflejan una evolución convergente hacia un nuevo modelo de transporte aéreo que trasciende las limitaciones de la aviación tradicional:

- El término **Movilidad Aérea Avanzada (AAM)**, originado en Estados Unidos y acrónimo de referencia por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), se utiliza para describir el conjunto de servicios y sistemas de transporte aéreo que emplean aeronaves innovadoras, muchas de ellas eléctricas o híbridas y con un alto grado de automatización, para mover personas y mercancías de forma más eficiente, segura y sostenible.

Este concepto incluye tanto operaciones urbanas (UAM) como regionales y se centra en la integración de nuevas plataformas, como aeronaves de despegue y aterrizaje vertical (VTOL), sistemas de propulsión eléctrica o híbrida y fuselajes ligeros, con el objetivo de conectar ubicaciones previamente inaccesibles o insuficientemente servidas. Además, contempla el desarrollo de infraestructuras específicas, como “vertiports”, y de marcos operativos avanzados, como U-space, que permitan gestionar de forma segura el tráfico aéreo a baja altitud.

- El concepto de **Movilidad Aérea Innovadora (IAM)**, originado en el contexto europeo, ha comenzado a consolidarse como una alternativa más amplia e inclusiva. Este término, promovido por la Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA), incorpora no solo el despliegue tecnológico, sino también un enfoque integral que considera desde el diseño aeronáutico hasta la experiencia del usuario, pasando por la integración modal, la sostenibilidad y la aceptación social. La IAM no se limita a un entorno urbano, como ocurre con la Movilidad Aérea Urbana (Urban Air Mobility, UAM), sino que abarca aplicaciones en entornos rurales, interregionales y costeros, así como misiones logísticas, sanitarias y de seguridad pública.¹

Uno de los elementos diferenciadores clave del enfoque europeo es la centralidad del ciudadano en el desarrollo del ecosistema de movilidad aérea. Las preocupaciones en torno a la seguridad, la privacidad, el ruido o el impacto ambiental han sido recogidas mediante procesos de consulta y se han traducido en criterios de diseño y regulación adaptativa. En este sentido, la movilidad aérea innovadora no solo busca maximizar la eficiencia técnica y operativa, sino también garantizar su aceptación pública y su compatibilidad con los valores sociales, culturales y ambientales del entorno en el que se despliega.

El desarrollo tecnológico desempeña un papel absolutamente crítico en este proceso. La viabilidad de la movilidad aérea depende en gran medida del grado de madurez alcanzado en áreas como la propulsión sostenible, la automatización del vuelo, la gestión inteligente del espacio aéreo, las redes de comunicación seguras y la infraestructura interoperable. Estos avances no solo habilitan nuevas formas de transporte, sino que también plantean nuevos desafíos regulatorios, éticos y urbanos que deben ser abordados de forma multidisciplinar.

En las siguientes páginas se utilizará preferentemente la terminología europea para desarrollar los contenidos del Libro Blanco.

2.1 Marco de referencia tecnológico

La movilidad aérea innovadora, en particular su aplicación en entornos urbanos depende de una convergencia de tecnologías que abarcan desde las aeronaves hasta los sistemas de gestión del tráfico, pasando por la infraestructura, las comunicaciones, la sostenibilidad y la aceptación social.

Según el Libro Blanco de I+D para la Aviación No Tripulada en España, publicado por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) en 2022, se identifican múltiples áreas tecnológicas prioritarias que marcan el desarrollo del sector en el corto y medio plazo.

¹ NOTA: En relación con el uso de Advanced Air Mobility (AAM) o Innovative Air Mobility (IAM), en el presente Libro Blanco se ha optado por el uso de IAM para alinear los desarrollos de UAM en Madrid dentro del marco europeo. Por otro lado, se opta por usar U-space en vez de UTM para seguir el mismo criterio.

1. El avance en **plataformas aéreas, como drones y aeronaves de despegue y aterrizaje vertical eléctrico (eVTOL)**, es fundamental. Estos sistemas requieren mejoras en su capacidad de navegación en entornos urbanos complejos, así como en su autonomía operativa, nivel de inteligencia embarcada y sistemas de detección y previsión de colisiones.

La posibilidad de realizar operaciones más allá del alcance visual (BVLOS) y operaciones completamente autónomas de forma segura y regulada será una de las claves para su integración en el espacio urbano.

El compromiso con la sostenibilidad también se proyecta como una condición indispensable. La electrificación de las aeronaves, la exploración de vectores energéticos alternativos como el hidrógeno y el diseño de ciclos de vida circulares para los vehículos y sus componentes constituyen líneas prioritarias de desarrollo. Al mismo tiempo, los UAS se posicionan como herramientas útiles para la gestión ambiental urbana, ofreciendo soluciones para la monitorización del entorno, la respuesta ante emergencias y la mejora de la eficiencia en el uso de recursos.

2. Las **infraestructuras físicas para operaciones**. Los “vertiports”, de diversos tamaños, tipologías y finalidades, concebidos como nodos logísticos y de movilidad urbana, deberán integrarse con el resto del sistema de transporte metropolitano y con las estructuras urbanas inteligentes. Su diseño y ubicación estarán condicionados por criterios de eficiencia operativa, accesibilidad, conectividad digital y sostenibilidad.
3. Las **infraestructuras críticas de apoyo** a las operaciones. Las infraestructuras de comunicación, navegación y vigilancia (CNS), junto con la meteorología avanzada, la ciberseguridad y la gestión de datos, se engloban dentro del grupo de infraestructuras críticas de apoyo a las operaciones y resultan esenciales para habilitar operaciones BVLOS seguras en entornos urbanos.

Tecnologías como 5G, enlaces satelitales y redes redundantes permiten comunicaciones fiables y de baja latencia, mientras que la información meteorológica precisa y los sistemas de ciberseguridad reducen riesgos operativos. La integración de plataformas de análisis de datos en tiempo real será clave para optimizar trayectorias y garantizar operaciones continuas con los máximos estándares de seguridad.

4. Los **sistemas de gestión del tráfico aéreo**, conocidos como UTM (Unmanned Traffic Management) y U-space en el contexto europeo, serán los encargados de organizar de forma automatizada y segura la convivencia de múltiples aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo de baja cota. Estos sistemas deben ser capaces de interoperar con la aviación tripulada y con los organismos de control, incorporando herramientas de identificación remota, geo-consciencia dinámica y protocolos de coordinación digital entre operadores.

En conjunto, estas tecnologías conforman los pilares sobre los cuales se edifica el ecosistema de la movilidad aérea urbana. Su grado de madurez, la coherencia de su integración y la capacidad de adaptación a las particularidades del entorno urbano de Madrid serán determinantes para el éxito de cualquier estrategia de implantación. Al mismo tiempo, está cobrando un peso creciente el concepto de soberanía tecnológica en sectores estratégicos, entendida como la capacidad de un país o región para controlar el desarrollo y uso de su propia tecnología sin una dependencia excesiva de actores externos.

Este enfoque tiene implicaciones directas en términos de seguridad nacional, desarrollo económico y control regulatorio, y será clave para garantizar que la movilidad aérea urbana se desarrolle de forma sostenible y alineada con los intereses locales.

2.1.1 Aeronaves no tripuladas (UAV)

En el contexto de la movilidad aérea urbana, el mercado actual de aeronaves no

tripuladas presenta una amplia diversidad de plataformas que responden a distintas necesidades operativas, niveles de autonomía, y requisitos regulatorios. Estas plataformas se pueden clasificar principalmente en cuatro grandes categorías: ala fija, ala rotatoria (monorrotor, multirrotor) y ala híbrida, cada uno con diferentes grados de madurez tecnológica (TRL), aplicaciones potenciales y desafíos asociados. Además, cabe destacar los eVTOL, de propulsión completamente eléctrica y múltiples configuraciones, por su introducción al ecosistema en los últimos años.



Ilustración 3
Categorías de
aeronaves no
tripuladas. Fuente:
ITG.

A continuación, se analizarán cada una de estas tecnologías con el foco en la utilidad dentro de la IAM.

Ala Fija

Los drones de ala fija son aeronaves no tripuladas que generan sustentación principalmente mediante una superficie alar rígida, similar a un avión convencional. A diferencia de los multirrotor, su sustentación depende del movimiento horizontal constante, lo que les permite volar de manera eficiente durante períodos prolongados y recorrer mayores distancias.

Características Técnicas

Estos drones cuentan con un diseño aerodinámico que incluye alas rígidas y un fuselaje ligero fabricado con materiales compuestos como fibra de carbono. Utilizan motores que impulsan el vuelo hacia adelante, creando sustentación aerodinámica. Generalmente requieren pistas para despegue y aterrizaje, aunque existen variantes VTOL (despegue y aterrizaje vertical) que combinan rotores para maniobras verticales con alas para vuelo eficiente en crucero.

Aplicaciones Clave

La principal ventaja de los drones de ala fija es su alta eficiencia

energética, lo que les permite vuelos más largos y una mayor autonomía (de 1 a 5 horas), además de una capacidad de carga útil más amplia (de 5 a 20 kg o más) en comparación con plataformas multirrotor. Esto los hace idóneos para misiones de monitorización ambiental, agricultura de precisión, vigilancia de grandes áreas, cartografía, y logística a larga distancia.

Por ello, algunas de las aplicaciones clave, están ligadas a dicha característica:

- Agricultura de precisión: monitorización de grandes superficies, detección de estrés hídrico y análisis del estado de cultivos.
- Monitorización ambiental y forestal: vigilancia de ecosistemas, control de incendios, seguimiento de fauna y flora en zonas remotas.
- Cartografía y topografía: levantamientos geoespaciales de alta precisión en áreas extensas.
- Logística y transporte remoto: entrega de suministros médicos, alimentos o materiales en zonas rurales o inaccesibles por tierra.
- Seguridad y defensa: reconocimiento, vigilancia aérea y apoyo en operaciones de emergencia o rescate en terrenos difíciles.

Limitaciones y Consideraciones Técnicas

Su necesidad de espacio para despegue y aterrizaje limita su uso en entornos urbanos densos. Además, su maniobrabilidad es menor que la de los multirrotores, pues no pueden permanecer en vuelo estacionario ni realizar giros cerrados con facilidad. Esto restringe su utilidad en tareas que requieren alta precisión o trabajo en espacios confinados.

Estado del Desarrollo y Mercado

Los drones de ala fija están en una etapa avanzada de desarrollo tecnológico, con un mercado global creciente impulsado por mejoras en baterías, sensores y sistemas de navegación. Se utilizan ampliamente en sectores civiles y militares, y se espera que sigan expandiéndose con la llegada de nuevas tecnologías como la propulsión híbrida y la integración en sistemas de movilidad aérea urbana (UAM).



Ilustración 4
Dron de ala fija

Evolución Tecnológica y Tendencias

Las innovaciones actuales en drones de ala fija se centran en:

- Integración de baterías de alta densidad (litio-azufre, hidrógeno) y motores híbridos para ampliar autonomía y eficiencia energética.
- Uso de materiales ligeros y mejoras en aerodinámica para aumentar

capacidad de carga y alcance.

- Automatización avanzada con sensores como LiDAR, cámaras multispectrales y sistemas GNSS RTK para una navegación precisa y misiones complejas.
- Conectividad 5G y redes U-space que permiten coordinación en flotas y control remoto en tiempo real para operaciones seguras y autónomas, incluso en entornos urbanos.

En el futuro, los drones de ala fija podrían desempeñar un papel clave en aplicaciones comerciales, movilidad aérea urbana, vigilancia ambiental y logística de larga distancia, gracias a la ampliación de normativas BVLOS y la infraestructura de apoyo como “vertiports”.

Monorrotores (o helicóptero no tripulado)

Los drones monorrotor, también conocidos como monocópteros o helicópteros no tripulados, son plataformas aéreas que emplean un único rotor principal para generar sustentación y un rotor de cola o sistemas equivalentes para el control del par de giro. Este diseño es heredero directo de la arquitectura de los helicópteros tripulados tradicionales, lo que les otorga ciertas ventajas en términos de autonomía, capacidad de carga y estabilidad en vuelo estacionario.

Características Técnicas

Los UAS monorrotor poseen un rotor principal de gran tamaño encargado de proporcionar la sustentación necesaria. Para contrarrestar el par de giro generado por este rotor, se incorpora un rotor de cola, rotores coaxiales contrarrotatorios o sistemas de control de par basados en flujos de aire canalizados. Suelen estar contruidos con materiales ligeros y resistentes (fibra de carbono, aleaciones de aluminio) y pueden emplear motores eléctricos o de combustión, estos últimos especialmente indicados para operaciones de mayor autonomía.

Una de sus características técnicas más destacadas es su eficiencia energética en comparación con los multirrotores, gracias al mayor diámetro del rotor principal. Esto permite reducir el consumo de energía por unidad de tiempo y extender la duración del vuelo. Además, su capacidad de mantener vuelo estacionario los hace ideales para misiones que requieren estabilidad prolongada en un punto fijo.



Ilustración 5
Dron monorrotor

Aplicaciones Clave

Los drones monorrotor se emplean principalmente en misiones

profesionales que requieren una mayor autonomía o capacidad de carga que los multirrotores:

- Inspección industrial pesada: inspección de infraestructuras críticas (oleoductos, líneas eléctricas, plataformas offshore) en operaciones prolongadas.
- Logística de media distancia: transporte de cargas útiles mayores que las de los multirrotores, incluyendo suministros médicos en entornos rurales o aislados.
- Aplicaciones agrícolas: fumigación y siembra de cultivos en grandes superficies, gracias a su alta capacidad de carga útil.
- Búsqueda y rescate: misiones en entornos hostiles donde la autonomía y la capacidad de transportar equipos adicionales es un factor crítico.

Limitaciones y Consideraciones Técnicas

Aunque presentan mayor autonomía que los multirrotores, los monorrotor son mecánicamente más complejos, lo que aumenta el mantenimiento y los costes operativos. Su único rotor principal implica una mayor inercia y, en algunos casos, menos maniobrabilidad lateral en espacios confinados.

Además, su mayor tamaño y las palas de gran diámetro pueden representar mayor riesgo en operaciones urbanas. También generan un nivel de ruido superior al de los multirrotores eléctricos, lo que limita su uso en entornos urbanos densamente poblados.

Estado del Desarrollo y Mercado

Los UAS monorrotor se encuentran en un estado de madurez tecnológica intermedio (TRL 7-8), especialmente en el segmento de aplicaciones agrícolas y logísticas. Su mercado es más reducido que el de multirrotores o drones de ala fija debido a su mayor coste y complejidad, pero ocupan un nicho relevante en operaciones que requieren autonomía, capacidad de carga y vuelo estacionario prolongado. Fabricantes como Yamaha, Quantum Systems o Watts Innovations han desarrollado plataformas de referencia que integran sistemas de navegación autónoma y soluciones híbridas eléctricas/combustión.

Evolución Tecnológica y Tendencias

Las innovaciones actuales se centran en:

- Sistemas híbridos de propulsión (eléctrico + combustión) para aumentar autonomía y reducir emisiones.
- Reducción del peso mediante nuevos materiales compuestos y sistemas de rotor más eficientes.
- Automatización y navegación autónoma con sensores avanzados y algoritmos de inteligencia artificial.
- Integración en redes U-space y mejoras en sistemas Detect & Avoid para operaciones BVLOS seguras.

En el futuro, los monorrotor podrían jugar un papel relevante en logística avanzada y agricultura de precisión a gran escala, así como en operaciones de inspección en entornos industriales críticos.

Multirrotores

Los drones multirrotor, también conocidos como multirrotores, constituyen la plataforma más extendida en el mercado actual de sistemas no tripulados, tanto en el ámbito recreativo como en aplicaciones profesionales. Su arquitectura basada en rotores distribuidos permite un despegue y aterrizaje vertical (VTOL) eficiente, estabilidad en vuelo estacionario y un control preciso incluso en entornos urbanos complejos.

Características Técnicas

Un dron multirrotor se compone típicamente de cuatro, seis u ocho rotores dispuestos simétricamente. Cada rotor genera empuje vertical, y el control de actitud se logra

modulando la velocidad relativa de los motores. Esta arquitectura elimina la necesidad de superficies móviles como alerones o timones, y permite una gran estabilidad en vuelo estacionario, incluso en espacios confinados o con viento leve (Fahlstrom & Gleason, 2022).

No obstante, su principal desventaja técnica es su ineficiencia energética: al depender constantemente del empuje vertical para mantenerse en el aire, la autonomía está limitada, usualmente entre 15 y 40 minutos, dependiendo del peso, condiciones ambientales y tipo de batería empleada (Ayush, Michel, & Xinfan, 2025).

Aplicaciones Clave

Los drones multirrotor se han convertido en herramientas versátiles para una gran variedad de sectores:

- Inspección técnica: de infraestructuras como líneas eléctricas, aerogeneradores, puentes o plantas solares.
- Seguridad y emergencias: vigilancia perimetral, búsqueda y rescate (SAR), apoyo en incendios forestales.
- Agricultura de precisión: para análisis de cultivos, riego selectivo, fumigación o siembra controlada.
- Logística urbana de última milla: cada vez más empleados por empresas como Amazon Prime Air o DroneUp para entregar pequeños paquetes de forma rápida en zonas urbanas (Howe, 2022)
- Cartografía y fotogrametría: especialmente en levantamientos 3D de alta resolución en zonas pequeñas o complejas.



Ilustración 6
Dron multirrotor

Limitaciones y Consideraciones Técnicas

Aunque son extremadamente prácticos, los multirrotores tienen limitada autonomía de vuelo, baja eficiencia energética y menor capacidad de carga útil en comparación con drones de ala fija o híbridos. Estas características restringen su uso en misiones de larga duración o transporte logístico de volumen medio o alto.

Por su estructura compacta y peso ligero, los multirrotores también son sensibles a las ráfagas de viento y a condiciones meteorológicas adversas. Además, en operaciones urbanas deben cumplir con normativas estrictas sobre seguridad, ruido y privacidad.

Estado del Desarrollo y Mercado

Los drones multirrotor se encuentran en una fase de madurez avanzada

(TRL 8–9²) en la mayoría de sus aplicaciones civiles y comerciales. Distintas Empresas reconocidas a nivel mundial, han desarrollado soluciones avanzadas basadas en multirrotores, incluyendo software embarcado y sistemas de control redundante.

El Libro Blanco de I+D para la Aviación No Tripulada en España (AESA, 2022) destaca a los multirrotores como plataformas clave para el desarrollo de servicios en entornos urbanos y rurales, especialmente por su adaptabilidad a tareas específicas, bajo coste operativo y potencial de automatización.

Evolución Tecnológica y Tendencias

Actualmente, el desarrollo de los multirrotores se enfoca en mejorar:

- Sistemas de navegación autónoma con inteligencia artificial y visión por computador.
- Capacidades de detección y prevención de conflictos (Detect & Avoid).
- Optimización energética mediante nuevas baterías (Li-S, hidrógeno) o sistemas híbridos.
- Integración con redes U-space para operaciones coordinadas y seguras en espacio aéreo urbano.
- Investigación y desarrollo de sistemas innovadores de E-conspicuity³.

Estas mejoras permitirán ampliar su uso en operaciones BVLOS y su integración plena en sistemas de movilidad aérea urbana (UAM), como nodos de entrega o vehículos de soporte.

Híbrido (elevación y crucero/ empuje vertical)

Los drones híbridos, también conocidos como plataformas VTOL (Vertical Take-Off and Landing), combinan lo mejor de los multirrotores y de los sistemas de ala fija, ofreciendo versatilidad y mayor autonomía. Su diseño permite despegar y aterrizar verticalmente en espacios reducidos, al tiempo que logran un vuelo eficiente en crucero horizontal gracias a sus alas. Este tipo de plataformas está ganando relevancia en el mercado por su capacidad de operar en entornos urbanos y rurales, así como por su adaptabilidad a misiones de media y larga distancia.

Características Técnicas

Las plataformas híbridas suelen integrar rotores dedicados para las maniobras de despegue y aterrizaje, y un motor o hélice principal para el vuelo horizontal. Esta arquitectura permite alternar entre modos de vuelo multirrotor y ala fija de manera automática. La combinación de alas aerodinámicas y propulsión múltiple otorga mayor eficiencia energética que los multirrotores, logrando autonomías que pueden superar las 2–4 horas de vuelo dependiendo de la carga útil y configuración de la aeronave (Molina, 2025).

Aplicaciones Clave

Las plataformas híbridas destacan en operaciones que requieren flexibilidad y alcance:

- Logística de media distancia: entrega de mercancías y suministros en entornos urbanos y rurales sin necesidad de pistas.
- Inspección de infraestructuras lineales: como gasoductos, carreteras, líneas eléctricas o ferroviarias, combinando alcance y precisión.
- Vigilancia y seguridad: gracias a su capacidad de cubrir amplias áreas en menor tiempo.
- Emergencias y ayuda humanitaria: despliegue rápido en zonas de difícil acceso, manteniendo autonomía suficiente para misiones prolongadas.

2 El nivel de madurez tecnológica, conocido como TRL (Technology Readiness Level), es una escala que mide el grado de desarrollo y preparación de una tecnología para su aplicación real. Va desde el TRL 1, que corresponde a la observación de principios básicos, hasta el TRL 9, que indica una tecnología completamente probada y operativa en un entorno real.

3 Capacidad de un vehículo aéreo, como un dron o un eVTOL, para ser detectado electrónicamente por otros sistemas de tráfico aéreo y operadores.

Limitaciones y Consideraciones Técnicas

Estas aeronaves presentan una mayor complejidad mecánica y electrónica debido a la integración de dos modos de vuelo, lo que incrementa el coste y las necesidades de mantenimiento. Además, su diseño híbrido puede penalizar la carga útil en comparación con sistemas puramente de ala fija.

Estado del Desarrollo y Mercado

El mercado de plataformas híbridas está en crecimiento, con un TRL medio-alto (7-8) en la mayoría de sus aplicaciones. Europa y Norteamérica concentran la mayor parte de los desarrollos comerciales, mientras que Asia lidera en producción a gran escala. Su papel dentro de la IAM será clave como solución intermedia para logística y transporte de cargas en rutas punto a punto, especialmente en la integración con “vertiports” urbanos.



Ilustración 7
Dron híbrido

Evolución Tecnológica y Tendencias

Las innovaciones actuales en drones híbridos se centran en:

- Optimización de la transición entre modos de vuelo (ala fija y multirrotor) para maximizar eficiencia energética y estabilidad en diferentes fases operativas.
- Mejora de baterías avanzadas, especialmente de hidrógeno y litio-azufre (Li-S), para aumentar la autonomía y reducir el peso total del sistema.
- Uso de materiales compuestos de última generación para minimizar el peso estructural sin comprometer la resistencia y durabilidad.
- Desarrollo de sistemas de navegación autónoma BVLOS con sensores integrados y algoritmos de inteligencia artificial para garantizar vuelos seguros y precisos en entornos complejos.
- Integración con redes U-space y tecnologías de comunicación 5G para permitir operaciones coordinadas, gestión eficiente del espacio aéreo y cumplimiento de normativas en áreas urbanas densas.

En el futuro, los drones híbridos podrían revolucionar sectores como la entrega urgente de mercancías, inspecciones industriales en zonas remotas y vigilancia ambiental, gracias a su versatilidad y capacidad para operar en diversos entornos con alta autonomía y seguridad.

Electric Vertical Take-Off and Landing (eVTOL)

Las aeronaves eVTOL (Electric Vertical Take-Off and Landing) representan

una evolución en el transporte aéreo urbano, orientada tanto al traslado de personas como de carga ligera en entornos urbanos y periurbanos. Estas plataformas, impulsadas por motores eléctricos, han emergido como el núcleo de los futuros servicios de taxi aéreo y transporte de mercancías rápidas, gracias a su bajo nivel de ruido, cero emisiones en operación y capacidad de despegar y aterrizar verticalmente en “vertiports” o áreas reducidas. A diferencia de los modelos híbridos, pueden no tener ala fija.

Características Técnicas

Los eVTOL utilizan exclusivamente propulsión eléctrica, lo que los hace más silenciosos y sostenibles que las plataformas híbridas. Suelen incorporar múltiples rotores distribuidos o configuraciones de rotores basculantes para combinar maniobrabilidad y eficiencia aerodinámica en crucero. Actualmente, los desarrollos más avanzados alcanzan autonomías de 20 a 50 minutos con cargas útiles de hasta 250 kg o 4–6 pasajeros (NASA, 2024).

Aplicaciones Clave

Las aeronaves eVTOL destacan por su orientación al servicio en entornos urbanos o complejos, especialmente en operaciones de transporte:

- Transporte de pasajeros (taxis aéreos): reduciendo drásticamente tiempos de desplazamiento en áreas metropolitanas.
- Logística urgente: entrega rápida de mercancías de alto valor o críticas (medicamentos, órganos para trasplantes).
- Operaciones en entornos complejos: acceso a zonas rurales o aisladas sin infraestructura aeroportuaria.



Ilustración 8
eVTOL eHANG 216.
Fuente: eHang

Limitaciones y Consideraciones Técnicas

Las principales barreras actuales son la autonomía limitada de las baterías, la certificación regulatoria, los costes de desarrollo y el despliegue de infraestructuras (“vertiports” y redes de recarga). Además, requieren una integración total en los sistemas de gestión de tráfico aéreo urbano (U-space) para garantizar operaciones seguras.

Estado del Desarrollo y Mercado

El mercado eVTOL se encuentra en un TRL medio (5–7), aunque grandes fabricantes y start-ups están acelerando sus certificaciones, con previsión de operaciones comerciales iniciales en 2026–2027 (EASA, 2025). Se estima que el mercado global de eVTOL podría superar los 30.000 millones de euros en 2035, impulsado por la demanda en movilidad aérea urbana.

Evolución Tecnológica y Tendencias

Las innovaciones actuales en vehículos eVTOL se centran en:

- Mejorar la densidad energética de las baterías para aumentar la autonomía y reducir el peso total de la aeronave.
- Avanzar en sistemas de propulsión híbrido-eléctricos que combinen eficiencia energética con capacidad de operación prolongada y reducción de emisiones.
- Desarrollo de tecnologías de operación autónoma, incluyendo sistemas avanzados de navegación, detección y evitación para vuelos seguros y precisos en entornos urbanos complejos.
- Diseño y despliegue de infraestructuras críticas como “vertiports”, que faciliten el despegue, aterrizaje y recarga ultrarrápida de baterías, permitiendo operaciones continuas y eficientes.
- Creación de un marco regulatorio flexible y adaptado que permita la escalabilidad del servicio, garantizando la seguridad, integración en el espacio aéreo urbano y aceptación pública.

En el futuro, los eVTOL podrían transformar la movilidad urbana, ofreciendo soluciones rápidas y sostenibles para el transporte de pasajeros y carga ligera, además de abrir nuevas oportunidades en áreas como emergencias médicas, turismo y logística aérea urbana. La tabla siguiente resume lo expuesto previamente añadiendo información sobre vehículos para casuísticas concretas como transporte de carga o pasajeros, de especial relevancia para el documento.

Tipo de Plataforma	Autonomía de Vuelo	Carga Útil Aproximada	Ventajas
Ala Fija	1-5 h	5-20 kg	Gran autonomía, eficiencia aerodinámica
Monorrotor	1-3 h	5 – 15 kg	Buena autonomía, vuelo estacionario, mayor capacidad de carga que multirrotores
Multirrotor	15-40 min	1-5 kg	Gran maniobrabilidad, VTOL, bajo coste
Híbrido (elevación y crucero/ empuje vertical)	45-90 min	2-10 kg	Combina VTOL y eficiencia en vuelo
eVTOL (eléctrico)	30-90 min	1-4 pasajeros / 200-400 kg	Cero emisiones, silencioso, ideal para ciudades

Tabla 2. Elaboración Propia. Características principales de las distintas aeronaves de interés para el presente documento

2.1.2 Infraestructuras físicas de movilidad aérea urbana

Una infraestructura física de movilidad aérea urbana puede definirse como un aeródromo, de tamaño variable, ubicado en entornos urbanos y diseñado para atender operaciones aéreas tanto públicas como privadas vinculadas a la ciudad. Estas infraestructuras, de carácter modular, pueden incluir zonas de despegue y aterrizaje, sistemas de navegación, apoyo operativo, seguridad, mantenimiento, recarga energética y control del tráfico aéreo, entre otras funciones.

El uso profesional de drones en entornos urbanos está en constante crecimiento, especialmente en EEUU o China, abarcando aplicaciones en seguridad, emergencias, inspecciones y logística, entre otras. Este desarrollo exige la creación de infraestructuras adaptadas a cada tipología de operación: desde dronepads y helipuertos eventuales, concebidos como espacios temporales para drones pequeños; hasta vertiports avanzados y certificados, equivalentes urbanos de los aeropuertos, con variantes como los vertistops, instalaciones ligeras y modulares para operaciones rápidas, o los vertihubs, grandes centros logísticos con múltiples FATO y servicios complementarios.

A su vez, los sistemas Drone-in-a-box permiten operaciones autónomas y continuas de inspección, seguridad o respuesta a emergencias, y dentro de esta categoría destacan los lockers logísticos, taquillas urbanas automatizadas para la entrega y recogida de paquetes. Para asegurar la máxima eficiencia y flexibilidad, sería necesario desarrollar redes integradas de las distintas infraestructuras físicas de UAM, que incluyan “vertiports”, dronepads y sistemas Drone-in-a-box, optimizando el uso del espacio urbano y adaptándose a la creciente diversidad de vehículos y operaciones dentro de la movilidad aérea urbana.

Asimismo, es esencial definir las condiciones para la integración de las infraestructuras y operaciones de drones en los edificios existentes y en el espacio público, especialmente para drones de pequeño tamaño, como los utilizados en las aplicaciones de logística de última milla. La futura utilización de drones más allá de la línea de vista (BVLOS), pilotados remotamente o con funcionamiento automatizado, va a requerir el establecimiento de condiciones en tierra para su operación segura. Dada la tipología edificatoria de la ciudad de Madrid en la que predomina el uso residencial de vivienda en edificación colectiva va a ser necesaria la regulación de la utilización de espacios comunes para estos fines.

Vertiports

Los “vertiports” representan el corazón operativo de la movilidad aérea innovadora, diseñados para facilitar la integración de aeronaves eVTOL en un entorno que maximice la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad.



Ilustración 9
“vertiport” urbano
con energía solar.
Fuente: Bluenest by
Globalvia

El desarrollo de “vertiports” comprende no solo la construcción de instalaciones para aterrizaje y despegue, sino también la planificación de sistemas que incluyan zonas de carga, terminales de pasajeros, áreas de mantenimiento y sistemas de abastecimiento energético.

Los “vertiports” son infraestructuras modulares diseñadas para adaptarse de manera flexible a las necesidades específicas de cada ubicación y tipo de operación, ofreciendo servicios ajustados a la demanda local. Esta modularidad es clave para optimizar la arquitectura de cada “vertiport” y garantizar que los drones que operen en él ya sean de pasajeros, carga ligera, carga pesada u otros usos, lo hagan con eficiencia, seguridad y lógica. No todos los “vertiports” contarán con los mismos servicios. Por ejemplo:

- En los “vertiports” orientados al transporte de pasajeros, la infraestructura debe priorizar terminales accesibles y confortables, con zonas de embarque y desembarque ágiles, así como servicios asociados como salas de espera, controles de seguridad y sistemas de gestión de flujos que eviten aglomeraciones. Es fundamental contar con sistemas avanzados de recarga o intercambio rápido

de baterías, mantenimiento preventivo y correctivo, y conectividad directa con otros medios de transporte urbano para facilitar una experiencia intermodal fluida.

- En cambio, los “vertiports” dedicados a operaciones de carga ligera y pesada requieren una configuración enfocada en la logística y manipulación de mercancías. Esto implica zonas de despegue y aterrizaje diferenciadas según el tamaño del dron y las necesidades de carga, amplias áreas de almacenamiento, sistemas automatizados para carga y descarga, infraestructuras para la gestión de pallets y paquetes, y soluciones que integren estas operaciones con la cadena de suministro urbana. Para cargas pesadas, se requieren plataformas robustas que soporten mayores dimensiones y pesos, además de sistemas de seguridad específicos para materiales sensibles o voluminosos, asegurando siempre una operación eficiente y segura.



Ilustración 10
Simulación
“vertiport”. Fuente:
Bluenest by
Globalvia

Los “vertiports” estarán integrados en sistemas vertiportuarios que optimicen la conectividad y eficiencia de la movilidad aérea avanzada. No se prevé que operen de manera independiente, siendo lo más razonable que formen parte de una o más redes que conectan otros “vertiports”.

Estas redes podrán definirse geográfica u operativamente, contemplándose redes urbanas de “vertiports”, que servirían un área metropolitana específica, o redes interurbanas, que conectarían “vertiports” localizados en distintas ciudades dentro de una región. De igual modo, una red de “vertiports” podrá definirse funcionalmente por el tipo de tráfico o del operador aéreo, de manera que podrán existir redes especializadas en carga, integradas por “vertiports” dedicados al transporte aéreo de mercancías, redes orientadas al de transporte de pasajeros o, incluso, infraestructuras de uso mixto, capaces de llevar a cabo simultáneamente operaciones de carga y de pasajeros.

Integración con infraestructuras actuales

La implementación eficaz de infraestructuras de movilidad aérea en entornos urbanos consolidados requiere una estrategia de integración progresiva y multidimensional con el tejido físico, funcional y normativo ya existente. Esta sección aborda los aspectos técnicos y urbanísticos esenciales para compatibilizar los “vertiports” con las infraestructuras actuales, asegurando su viabilidad técnica, económica y operativa.

- **Compatibilidad con la Demanda y Estructura Urbana**
La integración debe partir de un análisis geoespacial de demanda que identifique zonas con alta densidad de flujos intermodales (personas, mercancías, servicios) susceptibles de beneficiarse de

los servicios de movilidad aérea. Para “vertiports” orientados al transporte de pasajeros, se priorizarán nodos intermodales existentes (estaciones ferroviarias, intercambiadores, aeropuertos) que permitan una conexión fluida con otros modos de transporte.

Por su parte, los “vertiports” centrados en carga ligera o pesada deberán localizarse cerca de áreas logísticas, centros de distribución o zonas industriales, mientras que los dronepads o drone-in-a-box para drones ligeros pueden instalarse en cubiertas de edificios públicos o privados, áreas residenciales estratégicas o en zonas de difícil acceso donde la flexibilidad operativa sea clave.

Además, los “vertiports” y plataformas de despegue deben aprovechar infraestructuras infrautilizadas como cubiertas de aparcamientos, centros comerciales o edificios públicos con condiciones estructurales adecuadas, fomentando el modelo de infraestructura de uso compartido.

- **Coordinación con el Entorno Aéreo y Sistemas de Gestión de Tráfico**

La implantación de infraestructuras aéreas debe respetar las restricciones operativas del espacio aéreo urbano, un entorno ya de por sí congestionado. Los “vertiports” para aeronaves eVTOL de pasajeros y carga pesada requieren corredores aéreos bien definidos y coordinados con rutas aéreas existentes, mientras que los dronepads y nidos para drones ligeros pueden operar en espacios de menor altitud, siempre que se integren con sistemas U-space para evitar conflictos.

El diseño de trayectorias de vuelo (procedimientos de aproximación y salida) debe considerar la orografía urbana, el clima local, las zonas de exclusión aérea (hospitales, escuelas, infraestructuras críticas) y las servidumbres aeronáuticas, así como cumplir con los marcos regulatorios de EASA y las autoridades nacionales de aviación civil:

- **Gestión del espacio aéreo urbano:** Las ubicaciones deben evaluarse en función de su compatibilidad con rutas aéreas existentes y áreas controladas, con prioridad para zonas con menor densidad de tráfico aéreo convencional:
- **Interoperabilidad con U-space:** La infraestructura debe ser compatible con plataformas de gestión de tráfico aéreo digitalizadas, conforme al Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664. Esto implica integración con servicios de información, vigilancia y coordinación estratégica-táctica para evitar conflictos entre aeronaves.
- **Topografía aérea limpia:** Las trayectorias de aproximación y salida deben estar libres de obstáculos verticales significativos (edificaciones, tendidos eléctricos, grúas), conforme a los criterios definidos por EASA para UAM Operations. Esto supone un desafío en la ciudad donde se producen frecuentes cambios, temporales y permanentes, a las alturas utilizadas para la movilidad aérea urbana.
- **Mitigación de impactos ambientales,** incluyendo:
 - Reducción del ruido, ya que puede generar molestias en la población y afectar la calidad de vida en zonas urbanas.
 - Gestión del flujo de aire descendente (“downwash”) generado por las aeronaves puede afectar a peatones, vehículos e infraestructuras cercanas, por lo que debe controlarse adecuadamente.
 - Impacto visual. La presencia de “vertiports” y aeronaves modifica el paisaje urbano y puede percibirse como intrusión estética.
- **Predicción meteorológica hiperlocal,** para garantizar que las condiciones son adecuadas al vehículo específico que se está utilizando.
- **Adaptación Estructural de Emplazamientos Existentes**
Desde un punto de vista constructivo, los “vertiports” podrán instalarse en:
 - Superficie: Terrenos industriales, parcelas vacantes o infraestructuras intermodales.
 - Cubiertas: Azoteas de edificios públicos, hoteles, hospitales o aparcamientos de

alta capacidad. Se debe realizar una evaluación estructural detallada (cargas estáticas y dinámicas, vibraciones, aislamiento acústico), conforme al Código Técnico de la Edificación (CTE) y la normativa Euro-código.

- **Infraestructuras flotantes:** En áreas portuarias o fluviales, adaptando pontones o plataformas flotantes, especialmente relevantes en ciudades con restricciones de suelo o riesgo de saturación urbana.
- **Intermodalidad y Accesibilidad**
La eficacia del IAM se multiplica con la integración fluida al ecosistema de movilidad urbana, pero existen casuísticas distintas en función del tipo del uso del “vertiport”:
 - **“Vertiports” para pasajeros:** Deben estar conectados con intercambiadores de transporte, paradas de transporte público, infraestructuras viales, aparcamientos o estaciones de micromovilidad para garantizar un tránsito cómodo y rápido.
 - **“Vertiports” para carga ligera/pesada:** Requieren conexión directa con corredores logísticos, zonas industriales y estaciones de última milla.
 - **Dronepads y Drone-in-a-box/** nidos para drones ligeros: Necesitan ubicaciones estratégicas en áreas residenciales o comerciales para facilitar operaciones recurrentes como logística de última milla o inspecciones.

La integración de los servicios en plataformas MaaS (Mobility as a Service) facilitará la utilización de los servicios como una alternativa adicional a la movilidad urbana.

Infraestructura Técnica: Energía, Seguridad y Conectividad

La adaptación de emplazamientos en función de los servicios requeridos existentes exige el fortalecimiento de los siguientes componentes clave:

- **Suministro Energético:** Es imprescindible la instalación de estaciones de carga rápida (AC/DC) con potencias superiores a 1 MW. En entornos urbanos, esto puede requerir la ampliación de la capacidad eléctrica mediante centros de transformación dedicados. Se recomienda integrar estos sistemas con redes inteligentes (smart grids) para garantizar eficiencia, escalabilidad y gestión dinámica de la demanda.
- **Protección Contra Incendios:** Se deben implementar sistemas automáticos de detección y extinción, incluir hidrantes perimetrales (con especial atención a la posible presencia de fuegos eléctricos) y utilizar materiales con certificación ignífuga. Todo ello debe cumplir con las normativas de autoprotección vigentes, como el Real Decreto 393/2007 y las normas UNE aplicables, garantizando la seguridad del entorno operativo.
- **Conectividad Digital:** Es esencial dotar las instalaciones de redes de comunicación redundantes que aseguren el funcionamiento continuo de servicios críticos como la navegación, la vigilancia aérea (ADS-B/UAT), sensores de entorno y sistemas de control remoto. La redundancia garantiza resiliencia frente a fallos y permite la operación en tiempo real de tecnologías autónomas o semi-autónomas.

La aplicación de conceptos como los “vertiports” modulares facilitaría la adaptación en función de los servicios requeridos en cada una de las zonas.

- **Gobernanza Normativa y Planificación Urbana**
La integración de “vertiports” de aeronaves de gran tamaño requiere su reconocimiento explícito en los instrumentos de ordenación urbana (PGOU, PMUS), incluyendo:
 - Zonificación específica para movilidad aérea urbana.
 - Definición de usos compatibles (público, concesional, privado).
 - Tramitación coordinada con organismos aeronáuticos y urbanísticos.

A nivel regional y supramunicipal, su inclusión en Planes de Acción Territorial permitirá una red planificada de “vertiports” que maximice sinergias logísticas, minimice impacto ambiental y optimice el uso del espacio aéreo.

Infraestructuras para Despegue y Aterrizaje de Aeronaves No Tripuladas pequeñas

Las infraestructuras para aeronaves no tripuladas (UAS) de pequeño tamaño, están evolucionando para facilitar operaciones seguras, eficientes y automatizadas en entornos urbanos y periurbanos. Estas infraestructuras son esenciales para la expansión del uso profesional y comercial de drones, cubriendo áreas como:

- **Logística de última milla:** Integración en redes de distribución urbana para facilitar entregas rápidas y desatendidas
- **Inspección y mantenimiento:** Permiten estaciones base permanentes para drones que realizan inspecciones regulares en infraestructuras críticas o zonas industriales.
- **Emergencias y seguridad:** Bases rápidas para despliegues en operaciones de vigilancia, búsqueda y rescate.
- **Eventos y espectáculos:** Soporte para drones utilizados en grabaciones audiovisuales o shows lumínicos.

Además, cuentan con la ventaja de tamaño reducido y fácil instalación, llegando a existir modelos portables para operaciones puntuales.

En particular se puede hablar de varios tipos, pero los dos siguientes son los más relevantes:

- **Drone-In-A-Box** o nidos: estación automatizada, compacta y segura que integra distintos elementos para habilitar operaciones remotamente tripuladas o totalmente autónomas:
 - o Alojamiento y protección: Un “nido” cerrado que resguarda el dron cuando no está operativo, protegiéndolo de las inclemencias meteorológicas y actos vandálicos.
 - o Despegue y aterrizaje automatizados: El dron despegue y aterriza de forma autónoma dentro del contenedor, sin intervención humana.
 - o Carga y mantenimiento: Sistemas integrados de recarga de baterías (eléctrica o híbrida) y, en algunos modelos, mantenimiento básico o inspección automática.
 - o Comunicación y control: Interfaces para el control remoto, seguimiento en tiempo real y conexión con plataformas de gestión aérea.

Estas estaciones permiten operar flotas de drones desde puntos distribuidos estratégicamente, facilitando misiones frecuentes y repetitivas con mínima necesidad de personal in situ.

- **Dronepads:** infraestructuras de superficie específicas para UAS pequeños:
 - o **Dronepads fijos:** Plataformas diseñadas para aterrizajes y despegues seguros, instaladas en azoteas, áreas abiertas urbanas, centros logísticos o vehículos especializados. Pueden estar equipadas con señalización visual y sistemas básicos de navegación asistida.
 - o **Dronepads móviles:** Instalaciones portátiles que permiten operar drones desde vehículos o contenedores móviles, ideales para operaciones temporales o en entornos cambiantes, como emergencias o eventos especiales.

Características técnicas comunes

Estas infraestructuras deben cumplir con criterios técnicos que aseguren la operatividad y seguridad:

- Superficie antideslizante y resistente: Adaptada para las características específicas de los drones (peso, tipo de aterrizaje).
- Sistema de posicionamiento y guía: Marcadores visuales, balizas GNSS o sistemas RFID que faciliten el aterrizaje autónomo preciso.
- Carga energética integrada: Estaciones de recarga rápida con conexiones seguras y adaptadas a las baterías de los drones.
- Protección y seguridad: Barreras físicas o virtuales para evitar interferencias o accesos no autorizados, así como elementos de protección contra incendios.

- Conectividad: Comunicación en tiempo real con sistemas de control aéreo, plataformas U-space y operadores.

Tendencias y Futuro

El desarrollo de estas infraestructuras se orienta hacia la automatización completa, integrando de forma avanzada la inteligencia artificial para implementar sistemas de mantenimiento predictivo y recarga autónoma. Asimismo, se busca su interconexión en redes urbanas mediante la creación de verdaderos “ecosistemas” de drones, apoyados en múltiples sistemas Drone-in-a-Box y dronepads distribuidos estratégicamente para optimizar las operaciones. Otro eje clave es la sostenibilidad, apostando por el uso de energías renovables para la carga de aeronaves y la utilización de materiales ecoeficientes en su construcción. Finalmente, se trabaja en el desarrollo de estándares normativos y de certificación que permitan homologar estas infraestructuras y facilitar su integración segura y ordenada en la red U-space.



Ilustración 11
DroneSafeBox®, el
hangar robotizado
de ITG. Fuente: ITG

2.1.3 Infraestructuras críticas de apoyo a las operaciones aéreas

Para garantizar su despliegue seguro, eficiente y sostenible, es necesario no solo desarrollar infraestructuras físicas como “vertiports” o bases logísticas, sino también un ecosistema robusto de infraestructuras críticas de apoyo a las operaciones aéreas. Estas últimas son esenciales para la gestión integral del espacio aéreo y para asegurar la continuidad de las operaciones en un entorno cada vez más complejo y densificado.

Bajo esta denominación se agrupan aquellas infraestructuras y sistemas que, de manera no siempre visible para el usuario final, permiten la comunicación, navegación, vigilancia (CNS), provisión de datos meteorológicos, ciberseguridad y gestión de información operativa. Su correcta planificación, despliegue y mantenimiento resulta imprescindible para que los servicios de movilidad aérea puedan operar con los más altos estándares de seguridad y fiabilidad.

Infraestructura CNS: comunicación, navegación y vigilancia

Las infraestructuras CNS (Communication, Navigation and Surveillance) constituyen el núcleo de las operaciones aéreas modernas. Su función es permitir que las aeronaves:

- Se comuniquen de manera segura con los centros de control y entre sí (enlace aire-tierra y aire-aire).
- Naveguen con precisión mediante sistemas satelitales (GNSS) o estaciones terrestres complementarias.
- Sean vigiladas en tiempo real, permitiendo la detección temprana

de conflictos o trayectorias no autorizadas.

En el ámbito de IAM, donde coexistirán aeronaves tripuladas y no tripuladas en entornos urbanos, las infraestructuras CNS deben evolucionar para:

- Soportar altas densidades de tráfico en espacios aéreos reducidos.
- Integrarse con los sistemas UTM/U-space que gestionan operaciones automatizadas.
- Incorporar tecnologías 5G/6G y satelitales que permitan baja latencia y alta disponibilidad.
- Ser resilientes frente a fallos o ciberataques que puedan comprometer la seguridad operacional.
- Gestionar eficientemente el uso del espectro radioeléctrico, reservando bandas específicas, incluidas bandas privadas y dedicadas para el control y comunicaciones de UAS, que garanticen enlaces seguros, robustos y libres de interferencias en entornos urbanos complejos.

Infraestructura meteorológica

Las condiciones meteorológicas son uno de los factores que más impactan en la seguridad y continuidad de las operaciones aéreas. La Movilidad Aérea Innovadora, que operará a baja altitud en entornos urbanos, exige una red de servicios e infraestructuras meteorológicas avanzadas capaces de ofrecer:

- Predicciones hiperlocales (micro-weather) de viento, lluvia, turbulencia o formación de hielo, entre otros.
- Sensores distribuidos en "vertiports", antenas de comunicaciones y edificios estratégicos para toma de datos en tiempo real que permitan ajustar y reaccionar ante cambios significativos en las predicciones.
- Integración con sistemas de inteligencia artificial que permitan anticipar cambios meteorológicos y ajustar rutas de vuelo en tiempo real.

Estas infraestructuras serán clave para reducir el número de cancelaciones o desvíos y garantizar que la IAM pueda ofrecer un servicio confiable incluso en condiciones adversas, así como para mejorar la eficiencia de los operadores por permitirles optimizar rutas en función de la meteorología o acotar sus márgenes de operación.

Ciberseguridad y gestión de los datos

El incremento de sistemas conectados, datos en tiempo real y automatización eleva la exposición de la Movilidad Aérea Innovadora a amenazas cibernéticas. Por ello, la ciberseguridad debe considerarse una infraestructura crítica transversal que proteja:

- Las comunicaciones CNS frente a suplantaciones de señal o interferencias.
- Los sistemas UTM/U-space ante accesos no autorizados o manipulaciones de datos.
- La integridad de los datos meteorológicos y de navegación, esenciales para la seguridad de las aeronaves.

La creación de protocolos y herramientas de ciberseguridad especializados en IAM, con capacidad de monitorización continua y respuesta rápida, será un elemento indispensable para garantizar la resiliencia de todo el sistema. Asimismo, dado el volumen ingente (y creciente) de datos que generarán y consumirán los servicios de IAM, como:

- Datos de posicionamiento y telemetría de aeronaves.
- Información meteorológica en tiempo real.
- Planes de vuelo dinámicos y autorizaciones de operación.
- Datos de mantenimiento predictivo y estado de las infraestructuras físicas.

Resulta imprescindible señalar la necesidad de evolucionar las infraestructuras de gestión y almacenamiento de datos a lo largo de la cadena de valor para conseguir:

- Almacenamiento seguro, masivo y escalable
- Procesamiento en tiempo real utilizando tecnologías como Edge Computing

para reducir latencias.

- Interoperabilidad con autoridades y otros medios de transporte
- Cumplimiento de normativas de protección de datos y privacidad.

Además, la interacción directa entre drones y ciudadanos introduce nuevos desafíos vinculados a la protección de la privacidad y a la confianza social. El riesgo de captación indebida de datos personales y la posible manipulación de las comunicaciones pueden afectar tanto a la seguridad física como a la aceptación pública de estos sistemas. Por ello, la ciberseguridad debe extenderse también al plano ciudadano, garantizando que la operación de drones no comprometa derechos fundamentales ni genere percepciones de inseguridad digital.

2.1.4 Sistemas de Gestión del tráfico aéreo Urbano (UTM/U-space)

Los sistemas de gestión del tráfico aéreo (ATM) tradicionales no están preparados para gestionar el nuevo espacio aéreo urbano, caracterizado por un gran volumen de aeronaves autónomas y operaciones altamente dinámicas. Estos sistemas fueron concebidos para un entorno con un número reducido de aeronaves tripuladas, que vuelan por rutas predefinidas y a diferentes altitudes, un escenario muy distinto al que plantea la movilidad aérea urbana.

La gestión tradicional depende en gran medida de la intervención humana y de estructuras rígidas del espacio aéreo, segmentadas en niveles y corredores fijos. Este modelo resulta inviable en entornos donde se prevé la coexistencia de miles de drones y aeronaves eVTOL en baja altitud, con trayectorias más impredecibles y necesidad de reconfiguración continua del espacio aéreo. Además, las tecnologías de vigilancia y comunicación actuales (como radar secundario o ADS-B) no están diseñadas para rastrear aeronaves pequeñas en entornos urbanos complejos.

La previsión de un crecimiento exponencial del uso de aeronaves no tripuladas (UAVs o drones) en entornos urbanos ha impulsado el desarrollo de nuevos marcos de gestión del tráfico aéreo que aseguren la integración segura, eficiente y sostenible de estos vehículos en el espacio aéreo. Los Sistemas de Gestión del Tráfico Aéreo Urbano, conocidos como UTM (Unmanned Traffic Management) y su equivalente europeo U-space, emergen como soluciones clave para abordar este desafío, permitiendo la automatización, la coordinación y la supervisión en tiempo real de todas las operaciones aéreas de baja altitud.

UTM: Enfoque Global

El concepto de UTM fue propuesto inicialmente por la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos en colaboración con la NASA, como respuesta al aumento en la demanda de vuelos autónomos en espacios aéreos de baja altitud (por debajo de los 400 pies o 120 metros). El objetivo principal del UTM es desarrollar un sistema digital automatizado capaz de gestionar vuelos no tripulados sin intervención directa de los controladores de tráfico aéreo convencionales.

Entre los principales componentes del sistema UTM se incluyen:

- Registro e identificación remota de drones.
- Geofencing para limitar zonas de vuelo.
- Gestión de autorizaciones de vuelo automatizadas.
- Intercambio de datos en tiempo real, como posición, velocidad y trayectorias planificadas.
- Resolución de conflictos y contingencias automatizada.

A nivel internacional, países como Japón, Corea del Sur, Singapur y Australia han lanzado iniciativas similares, adaptadas a sus propios marcos regulatorios. La OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) también ha lanzado esfuerzos por armonizar los marcos UTM a nivel global.

U-space: Enfoque Europeo

En Europa, el sistema de gestión del tráfico aéreo no tripulado y el ecosistema necesario

para desplegarlo se denomina U-space, impulsado por la Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA) en conjunto con el programa SESAR (Single European Sky ATM Research). **U-space tiene como objetivo establecer un conjunto de servicios digitales que permitan la operación segura de drones en el espacio aéreo europeo, especialmente en entornos urbanos y periurbanos.**

El marco U-space se articula en torno a cuatro conjuntos de servicios que será desplegados de forma escalonada:

- **U1: Servicios de información de red y geoespacial** – acceso a mapas digitales, zonas prohibidas, información meteorológica.
- **U2: Autorización de vuelo** – gestión automatizada de solicitudes de operación.
- **U3: Gestión de tráfico y prevención de colisiones** – soporte a la separación estratégica y táctica de trayectorias.
- **U4: Integración avanzada con la aviación tripulada** – coordinación dinámica con el ATM convencional.

A partir del Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664, vigente desde enero de 2023, se establecen las bases legales para la implementación de U-space en toda Europa. El reglamento introduce la figura del U-space Service Provider (USSP) y de los Common Information Services (CIS), para facilitar la interoperabilidad entre operadores y garantizar un entorno colaborativo.

Algunos proyectos piloto destacables en Europa incluyen:

Proyecto	Tipo	Ámbito clave	Demostraciones reales	Países / Ciudades
CORUS-XUAM	Conceptual / Demostrador	U-space + UAM	Validación de conceptos con vuelos reales	Francia, Reino Unido, Suecia, España
U-ELCOMÉ	Despliegue en ecosistemas	Implementación de U-space real operativa	Pruebas en zonas reales con múltiples actores	Francia, Italia, España (Madrid, Valencia, Galicia, Cataluña...)
EUREKA	"vertiports" + UAM	Gestión de tráfico y "vertiports" urbanos	Vuelos en entorno aeroportuario real	35 organizaciones de más de 8 países europeos, entre ellos España
BURDI	Despliegue en ecosistemas	Implementación de U-space real operativa	Pruebas en zonas reales en entornos portuarios y urbanos	Ciudad de Amberes, Puerto de Amberes, Bruselas y Lieja.
EALU-AER	Despliegue en ecosistemas	Implementación de U-space real operativa	Pruebas en entorno aeroportuario	Cinco fases de demostración con complejidad incremental en el aeropuerto de Shannon
DALi-LAB	Despliegue en ecosistemas	Implementación de entorno living-lab urbano	Despliegue de operativa real en entorno urbano	A Coruña + ciudades réplica

Tabla 3. Proyectos piloto relevantes en Europa

Una parte esencial del despliegue del U-space en Europa es la delimitación de volúmenes específicos del espacio aéreo denominados "volúmenes U-space". Estos son zonas tridimensionales bien definidas donde se habilitan los servicios U-space y se requiere que las operaciones con drones sigan ciertas reglas de acceso y coordinación.

El proceso de definición y publicación de volúmenes U-space está regulado por el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664, y consiste en varias etapas clave:

1. Identificación de la necesidad operacional

Los Estados miembros, en coordinación con las autoridades locales, identifican

áreas con alto potencial de operaciones con drones, como centros urbanos, puertos, aeródromos o corredores logísticos. Estas zonas pueden ser permanentes o temporales, según la naturaleza de las operaciones.

2. Diseño del volumen y análisis de riesgos

Se definen los límites geográficos y altitudinales del volumen, teniendo en cuenta factores como la proximidad a aeropuertos, infraestructura crítica, densidad urbana y rutas de aviación tripulada. También se evalúan los riesgos operacionales y se establecen requisitos técnicos y de mitigación para las operaciones dentro del volumen.

3. Consulta pública y coordinación con el proveedor de servicios de navegación aérea (ANSP)

El diseño del volumen U-space se somete a consulta pública para garantizar la transparencia y recibir aportes de actores interesados (ciudadanía, operadores, gobiernos locales). Posteriormente, se realiza la coordinación técnica con el ANSP para asegurar la compatibilidad con el espacio aéreo controlado y otros usuarios.

4. Publicación en el sistema de información aeronáutica (AIS)

Una vez aprobado, el volumen se publica oficialmente a través del AIS nacional (o sistema digital equivalente), permitiendo a los proveedores de servicios U-space (USSP) y operadores de drones planificar sus misiones conforme a la normativa.

5. Activación y monitorización

Los volúmenes U-space pueden ser activados de forma permanente, por franjas horarias o condicionalmente. Durante su operación, los USSP deben garantizar el cumplimiento de los servicios mínimos obligatorios (como el seguimiento de vuelos, gestión de conflictos y comunicación con autoridades). Las autoridades mantienen capacidades de monitorización y auditoría en tiempo real.



Ilustración 12
Daliah®, la
plataforma de
servicios USSP de ITG.
Fuente: ITG.

Este enfoque se plantea para permitir a Europa garantizar un equilibrio entre innovación tecnológica, seguridad aérea y aceptación pública. Asimismo, facilita la convivencia ordenada entre drones y otras aeronaves en el espacio aéreo compartido.

Retos tecnológicos actuales y líneas de evolución

A pesar de los avances normativos y tecnológicos, existen múltiples desafíos que deben resolverse antes de que los sistemas UTM/ U-space puedan escalar globalmente en entornos urbanos complejos:

1. Interoperabilidad entre plataformas y sistemas heterogéneos

El ecosistema UTM involucra múltiples actores, como operadores de drones, proveedores de servicios, autoridades reguladoras, usuarios del espacio aéreo y sistemas de navegación. La falta de estandarización técnica impide la comunicación fluida entre estos actores, especialmente cuando se utilizan diferentes plataformas o protocolos de intercambio de datos.

2. Gestión de tráfico en tiempo real y resolución de conflictos dinámicos

En un entorno urbano denso, con numerosos drones volando en simultáneo a diferentes altitudes y velocidades, se requieren algoritmos avanzados de separación y planificación de trayectorias que sean capaces de adaptarse dinámicamente a cambios en el entorno o emergencias. El desarrollo de IA confiable para este tipo de sistemas aún está en fases tempranas.

3. Ciberseguridad y protección de datos

Dado que los sistemas UTM/ U-space se basan en la interconexión digital y la transmisión continua de datos sensibles (como ubicación, identidad y planes de vuelo), se vuelve crucial garantizar su resiliencia ante ciberataques, como suplantación de identidad, denegación de servicio o manipulación maliciosa de trayectorias. Esto exige protocolos robustos de autenticación, cifrado y trazabilidad.

4. Limitaciones en la infraestructura de comunicaciones y GNSS

Muchos entornos urbanos presentan carencias en cuanto a infraestructuras necesarias para el despliegue U-space/ UTM dada la necesidad de contar con infraestructura de comunicaciones específicas que permita una disponibilidad y resiliencias de los servicios elevadas. Además, factores como “cañones urbanos” donde las señales GNSS (GPS, Galileo, etc.) se ven degradadas o dependencia de redes 4G/5G para el intercambio de datos en tiempo real plantea retos de cobertura, latencia y congestión. Es esencial contar con redes redundantes y capacidades de navegación alternativa.

5. Aceptación social

Más allá de lo técnico, los sistemas UTM deben abordar cuestiones de privacidad, ruido, y uso ético del espacio aéreo urbano. La aceptación por parte del público y de los gobiernos locales será determinante para su despliegue. La transparencia operativa y la adecuada comunicación con la ciudadanía se vuelven elementos clave para generar confianza y legitimidad en la implementación de los corredores aéreos.

6. Escalabilidad y autonomía operativa

Actualmente, muchas operaciones UTM requieren intervención humana en la validación de rutas o autorización de vuelos. La transición hacia un sistema altamente automatizado y autónomo (capaz de gestionar miles de vuelos simultáneos sin supervisión constante) sigue siendo un objetivo a largo plazo, que requiere avances sustanciales en inteligencia artificial confiable y verificada.

2.1.5 Principales actores tecnológicos a nivel global

El ecosistema de la Movilidad Aérea Urbana (UAM) y los sistemas de drones continúa creciendo de forma acelerada gracias a la participación de fabricantes de aeronaves, empresas de infraestructuras y desarrolladores de tecnología UTM/U-space. A

continuación, se presentan algunos de los principales actores globales clasificados por su especialización:

Fabricantes de drones (UAS/ eVTOL)

Estos actores se especializan en el desarrollo de drones y aeronaves eléctricas de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL):

- DJI (China): Líder mundial en drones de consumo y uso industrial.
- Parrot (Francia): Fabricante europeo de drones profesionales y soluciones de cartografía aérea.
- EHang (China): Fabricante de aeronaves autónomas de pasajeros y carga ligera.
- Skydio (EE.UU.): Conocido por sus drones autónomos con capacidades avanzadas de IA.
- Zipline (EE.UU.): Referente en entregas médicas y logísticas con drones de ala fija.
- Wing (Alphabet – EE.UU.): Subsidiaria de Google enfocada en entregas urbanas con drones.
- Joby Aviation (EE.UU.): Fabricante de aeronaves eVTOL para transporte de pasajeros.
- Vertical Aerospace (Reino Unido): Desarrollador de aeronaves eVTOL para servicios de aerotaxi.
- Volocopter (Alemania): Pionero en aeronaves eVTOL multirrotor para movilidad aérea urbana y transporte de pasajeros.
- Lilium (Alemania): Desarrollador de aeronaves eVTOL con tecnología de propulsión por ventiladores eléctricos para trayectos regionales.
- Archer (EE.UU.): Fabricante de aeronaves eVTOL híbridas para servicios de taxi aéreo urbano.
- Wisk Aero (EE.UU./Nueva Zelanda): Joint venture entre Boeing y Kitty Hawk, especializada en eVTOL autónomos.
- Beta Technologies (EE.UU.): Empresa especializada en aeronaves eVTOL de gran autonomía y soluciones de infraestructura de carga eléctrica.
- Eve Air Mobility (Brasil): Subsidiaria de Embraer dedicada al desarrollo de aeronaves eVTOL y ecosistemas de movilidad aérea urbana.
- Etrair (España): Fabricante y desarrollador de aeronaves no tripuladas adaptadas a los requerimientos del cliente.
- FuVeX (España): Operador y fabricante de aeronaves para inspección de infraestructuras críticas y líneas eléctricas.
- Alpha Unmanned Systems (España): Fabricante de aeronaves (helicópteros de combustión) para vigilancia y uso civil/militar.
- Wake Engineering (España): Fabricante de aeronaves (ala fija) para vigilancia y uso civil/militar.

Desarrolladores de infraestructuras

- Ferrovial Vertiports (España): Operador global de “vertiports” y soluciones intermodales.
- Skyports (Reino Unido): Especialista en la construcción y operación de “vertiports” urbanos y rurales.
- Urban-Air Port (Reino Unido): Desarrollador de “vertiports” modulares autónomos.
- Bluenest by Globalvia (España): Plataforma especializada en el diseño y operación de “vertiports”.
- Collins Aerospace (EEUU): proveedor de infraestructuras físicas y tecnológicas para aeronaves no tripuladas, incluyendo sistemas CNS.
- Siemens Mobility (Alemania): Desarrollo de sistemas de electrificación y carga para UAM.
- Honeywell Aerospace (EE.UU.): Fabricante de sistemas de navegación, comunicaciones y seguridad.
- Thales Group (Francia): Líder en soluciones de control y protección de infraestructuras críticas.
- Vaisala (Finlandia): desarrollo de sensores meteorológicos y estaciones de observación.

- Campbell Scientific (EE.UU.): desarrolla estaciones meteorológicas avanzadas y sistemas de monitorización atmosférica.

Desarrolladores de plataformas U-space / UTM

- Altitude Angel (Reino Unido): Desarrollador de herramientas UTM como el sistema "Arrow" de corredores digitales aéreos.
- Unifly (Bélgica): desarrollador de soluciones U-space para espacio aéreo controlado.
- OneSky (EE.UU.): Plataforma avanzada de gestión de tráfico aéreo a baja altitud.
- Droniq (Alemania): Joint venture entre Deutsche Telekom y DFS para U-space en Alemania.
- SkyGrid (EE.UU.): Joint venture entre Boeing e IBM centrada en la gestión digital del tráfico aéreo.
- ENAIRE (España): Proveedor nacional de servicios de navegación aérea en España, con iniciativas activas en el desarrollo de U-space. Proveedor de servicios de información común en España.
- D-Flight (Italia): Plataforma italiana de gestión de drones y U-space, promovida por ENAV, Leonardo y Telespazio.
- Innov'ATM (Francia): Empresa especializada en soluciones de gestión del tráfico aéreo y U-space para entornos urbanos y aeroportuarios.
- ITG (España): Centro tecnológico experto en gestión de espacios aéreos y provisión de servicios UTM / U-space con sus herramientas DroneSuite y Daliah.
- ANRA Technologies (EE.UU.): Proveedor de plataformas UTM completas para la integración de drones.

2.2 Marco de referencia regulatorio

El desarrollo de la Movilidad Aérea Innovadora (IAM), junto con las operaciones de Sistemas Aéreos No Tripulados (UAS) y aeronaves con capacidad de despegue y aterrizaje vertical (VTOL-capable aircraft, VCA), requiere un marco regulatorio sólido, armonizado y en constante evolución. La seguridad, integración eficiente en el espacio aéreo y aceptación social dependen de un entorno normativo que brinde certezas y facilite la innovación responsable.

Este apartado presenta un análisis exhaustivo del estado actual de la normativa aplicable a la IAM, cubriendo distintos niveles regulatorios: internacional, europeo, nacional, autonómico y local. El objetivo es ofrecer una visión estructurada y crítica que sirva de referencia a operadores, autoridades y demás actores involucrados en el ecosistema de movilidad aérea. Además de revisar la normativa vigente, se identifican desarrollos recientes, desafíos regulatorios y tendencias futuras que influirán en la implantación de estos nuevos servicios.

El análisis internacional incluye las disposiciones y recomendaciones de organismos como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI/ICAO), EUROCONTROL, y JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems), que trabajan para lograr la armonización global del marco regulador. En este nivel, también se consideran iniciativas emergentes impulsadas por proyectos como SESAR, y marcos regulatorios relevantes de Estados Unidos, liderados por la Federal Aviation Administration (FAA) y la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

En el ámbito europeo, este Libro Blanco se centra en el marco normativo desarrollado por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), especialmente en relación con la regulación del concepto U-space, que establece las bases para la gestión del tráfico no tripulado. EASA promueve la Movilidad Aérea Innovadora (IAM) como un marco integral para la introducción de servicios avanzados como taxis aéreos, drones para entregas médicas y vuelos de carga urbana, garantizando que estos servicios sean seguros, confiables y económicamente viables.

A nivel nacional, se analiza la legislación estatal española y la reglamentación técnica vigente, aspectos fundamentales para la aplicación efectiva del marco europeo en el territorio español. Asimismo, se considera el ámbito autonómico y local, donde

existen singularidades normativas que afectan la planificación territorial, la protección ambiental, la movilidad urbana y la gestión de infraestructuras. Estas normativas pueden influir en el uso del espacio público, las restricciones o la autorización de vuelos tanto para aeronaves tripuladas como no tripuladas, reflejando la necesidad de una coordinación interadministrativa y multisectorial para el desarrollo ordenado de la IAM.

Finalmente, se incorpora el concepto de Servicios Aéreos Innovadores (IAS), que engloba las operaciones y servicios que se hacen posibles gracias a las nuevas tecnologías aéreas. Este concepto, promovido por EASA y respaldado por los Estados miembros y la industria, clasifica la IAM en modalidades urbanas, regionales e internacionales, con el fin de promover su desarrollo en un marco de seguridad y viabilidad económica.

Este análisis del estado del arte regulatorio permite conocer con mayor detalle el ordenamiento jurídico vigente, identificar aquellas materias que precisan de un desarrollo normativo, así como los problemas que requieran una solución normativa, al objeto de sentar las bases que permitan un desarrollo seguro, eficiente y sostenible de la Movilidad Aérea Innovadora.

Ilustración 13
Concepto de
Servicios Aéreos
Innovadores. Fuente
elaboración propia
basada en AESA/
EASA



Ilustración 14
Desde OACI a la
regulación nacional
y entidades de
estandarización 1/2.
Fuente elaboración
propia basada en
AESA/EASA

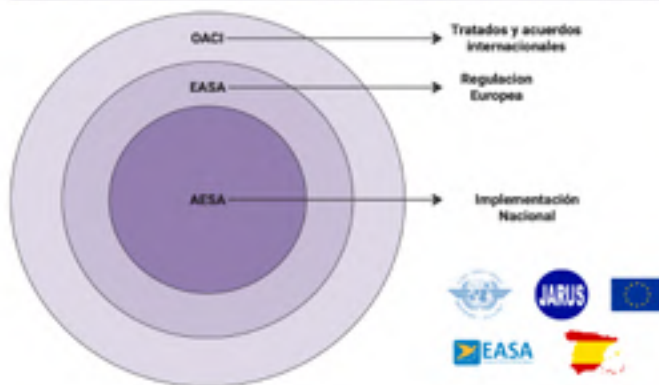


Ilustración 15
Desde OACI a la
regulación nacional
y entidades de
estandarización 2/2.
Fuente elaboración
propia basada en
AESA/EASA



2.2.1 Contexto Estratégico y Evolución del Marco Regulador

La transformación del espacio aéreo global está siendo impulsada por la irrupción de nuevas clases de aeronaves no tripuladas, entre las que se incluyen desde drones de baja cota hasta plataformas persistentes de gran altitud como los HAPS, pasando por sistemas tácticos o de media altitud y larga autonomía (MALE, por sus siglas en inglés).

Aunque cada uno de estos sistemas presenta particularidades técnicas, operativas y regulatorias, todos ellos comparten un denominador común: forman parte de la categoría más amplia de UAS y requieren un marco normativo común, coherente y basado en el riesgo para su integración segura en el espacio aéreo, sin perjuicio de la regulación específica que se requiera de estas aeronaves no tripuladas para llevar a cabo su integración en la movilidad urbana, de forma armónica y racional con la dimensión terrestre de la movilidad urbana y periurbana, incluso interurbana y regional atendiendo, en todo caso, tanto a sus especificidades como al tipo de transporte o a la actividad que desarrollen y a las repercusiones que supongan para las ciudades, áreas metropolitanas y regiones.

El desarrollo de un ecosistema UAS robusto, interoperable y escalable ha pasado a ocupar un lugar prioritario en las estrategias de modernización del tráfico aéreo a nivel nacional, europeo e internacional. En este contexto, el marco regulador ha evolucionado desde una lógica de segregación, enfocada en la protección del tráfico tripulado, hacia una visión integradora, que aspira a facilitar la coexistencia segura de aeronaves tripuladas y no tripuladas en un entorno de gestión digitalizada y flexible del espacio aéreo.

Este capítulo ofrece una visión del contexto estratégico que ha motivado esta evolución regulatoria, identificando los principios, objetivos y líneas de acción que han guiado el diseño del marco actual. Asimismo, se

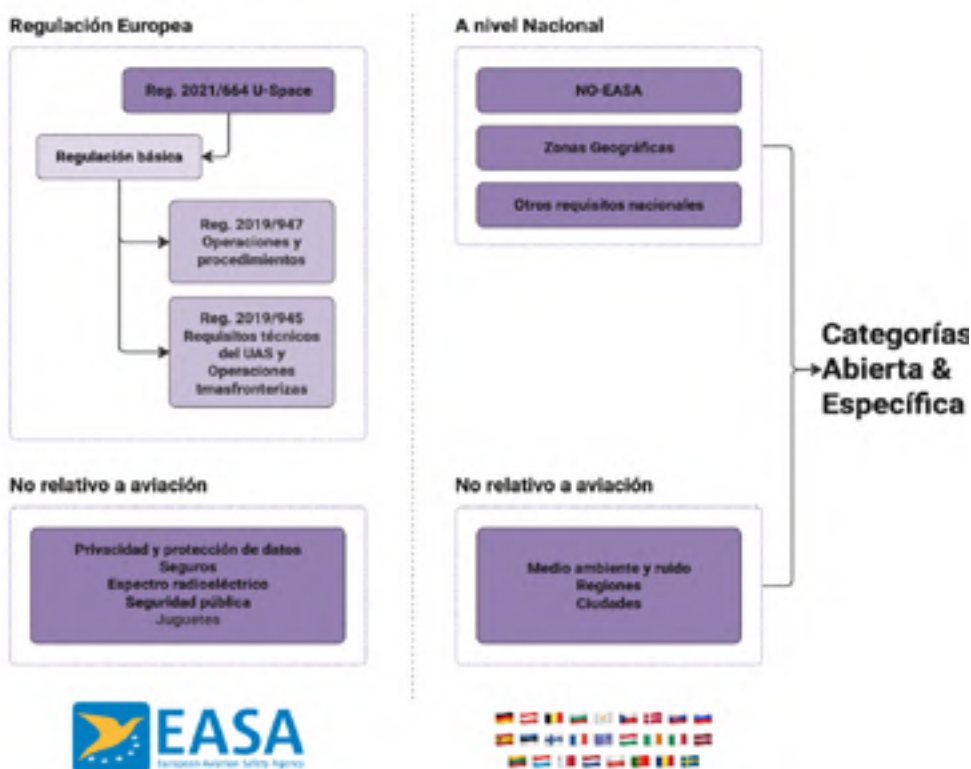


Ilustración 16
Esquema regulatorio
de UAS en la Unión
Europea. Fuente
elaboración propia
basada en AESA/EASA

2.2.2 Principios Fundamentales

La regulación en materia de aviación civil se fundamenta en una serie de principios cuyo objetivo es garantizar la seguridad operacional, la interoperabilidad de los sistemas aéreos, la protección del espacio aéreo como recurso público y la eficiencia de las operaciones. Estos principios se extienden a la integración de nuevos usuarios, como los UAS y eVTOL, cuyas operaciones plantean desafíos adicionales en términos de vigilancia, control, comunicaciones, privacidad, seguridad física, protección del medio ambiente y ciberseguridad.

El marco regulador se articula en torno a cuatro ejes fundamentales:

- **Seguridad operacional**, con la finalidad de garantizar niveles aceptables de riesgo en todas las fases de la operación.
- **Integración en el espacio aéreo compartido**, en aras del concepto de Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA, por sus siglas en inglés).
- **Neutralidad tecnológica y fomento de la innovación**, facilitando la incorporación de soluciones avanzadas.
- **Coherencia internacional y armonización normativa**, en línea con la normativa y las referencias reflejadas en el presente documento.

2.2.3 Alineación con otras políticas

El marco regulatorio aeronáutico ha experimentado una evolución significativa con la irrupción de tecnologías disruptivas como los UAS. Inicialmente concebido para operaciones convencionales con aeronaves tripuladas, la normativa en el ámbito de la aviación está en proceso de adaptación para acoger la aparición de nuevas operaciones que presentan nuevos retos como:

- **La ausencia de un piloto a bordo**, considerado una mitigación de riesgo.
- **El alto grado de automatización**, que conlleva la parcial desaparición de la intervención humana (que, a su vez, puede llegar a ser positivo), pero que introduce nuevos sistemas que requieren validaciones y certificaciones para demostrar su confiabilidad.
- **La operación en altitudes y zonas tradicionalmente no ocupadas**, a altitudes muy bajas (VLL: Very Low Level) o, todo lo contrario, por encima de espacio aéreo controlado (>FL660).

Esta evolución ha dado lugar a un nuevo enfoque normativo basado en el modelo en base al riesgo, cuya máxima expresión se refleja en el marco regulador europeo para UAS y en la metodología SORA (Specific Operations Risk Assessment), desarrollada por JARUS.

Paralelamente, el desarrollo de conceptos como U-space, FUA y el Upper Class E Traffic Management (ETM), evidencia una transición hacia esquemas más dinámicos, digitales y adaptables en la gestión del espacio aéreo.

2.2.4 Rol de los Organismos Internacionales, Europeos, Nacionales, Autonómicos y Locales

La complejidad del entorno regulador aplicable a UAS requiere una arquitectura de gobernanza a todos los niveles, en la que convergen competencias y funciones de distintas entidades, ya sea:

Proyecto	Tipo	Ámbito clave
Nivel	Entidad / Institución	Funciones / Responsabilidades
Internacional	OACI	Establece normas y métodos recomendados (SARPs) mediante Anexos y Manuales técnicos, promoviendo la armonización global.
Europeo	EASA	Desarrolla y aplica reglamentos comunes y material guía sobre operación, certificación y control del espacio aéreo, con atención a UAS y U-space.
Nacional (España)	Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible / DGAC / AESA	Transpone, interpreta y aplica normativa europea; legisla en materias no armonizadas. AESA supervisa su aplicación a nivel nacional.
Autonómico	Comunidades Autónomas	Tienen competencias que pueden afectar operaciones UAS: infraestructuras, movilidad, territoriales, emergencias, medio ambiente, urbanismo.
Local	Ayuntamientos u otras entidades locales	Inciden en movilidad aérea urbana: seguridad, orden público, urbanismo, movilidad, medio ambiente, entre otras competencias delegadas.

Una vez definido este entramado institucional, se impone la necesidad de una coordinación eficaz entre niveles y sectores, así como de mecanismos de diálogo con la industria y la sociedad civil. El objetivo es lograr un marco regulador homogéneo, eficiente, seguro y socialmente aceptado, estableciendo un ecosistema de magnitud global cuyos progresos se verán reflejados en todos los ámbitos aplicables, considerando potenciales particularidades a nivel local, como es el caso de la ciudad de Madrid.

El desarrollo de la movilidad aérea urbana exige la regulación de un marco competencial que determine claramente las competencias y responsabilidades tanto regulatorias como de gestión y control en aquellas cuestiones que el Estado decida atribuir, delegar o encomendar a las Administraciones Públicas municipales y autonómicas.

2.2.5 Metodología

La elaboración de este Libro Blanco se ha basado en una revisión sistemática de la normativa vigente y de potenciales regulaciones en desarrollo, además de otras referencias, abarcando tanto fuentes jurídicas primarias (reglamentos comunitarios, leyes, reales decretos, anexos internacionales...) como documentos técnicos de carácter orientativo (políticas, guías, manuales, hojas de ruta...).

Se ha llevado a cabo un enfoque que permite evaluar la coherencia entre niveles normativos (internacional, europeo, nacional y autonómico) y su aplicabilidad a los distintos escenarios operativos, teniendo en cuenta objetivos, influencia y aplicabilidad hacia el ámbito UAS e IAM y sus potenciales operaciones.

Las conclusiones se han llevado a cabo con el fin de identificar la relación entre las potenciales operaciones esperadas en el entorno de la ciudad de Madrid y la regulación aplicable, desde el ámbito técnico de aviación además de otros aspectos de importancia regulatoria a nivel local y autonómico, derivadas de las capacidades y necesidades tecnológicas y operativas de los nuevos usuarios del espacio aéreo, buscando su integración progresiva en un espacio aéreo común y los nuevos conceptos operacionales asociados a la gestión digital del tráfico aéreo.

2.2.6 Análisis normativo

A continuación, se presenta el análisis normativo relativo a la que se considera la regulación aplicable de mayor importancia para el actual documento.

Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión, de 12 de marzo de 2019, sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas (DOUE de 11/06/2019)⁴.

Contexto

- Este reglamento asegura que los UAS cumplan criterios técnicos comunes, fundamentales en un entorno metropolitano denso y sensible como la capital.

Relevancia para la ciudad

- Facilita la interoperabilidad y trazabilidad de flotas urbanas de drones para servicios públicos o privados.
- A medio plazo, se puede exigir el uso de drones con marcado CE y clase C2-C3 en áreas de riesgo moderado (zonas residenciales, entornos escolares, etc.).
- Establece una base para limitar el uso de drones no conformes en zonas protegidas o críticas de la ciudad de Madrid.

Reglamento de ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019, relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripulada (DOUE de 11 de junio de 2019)⁵.

Contexto

- Este reglamento operacional permite categorizar las actividades urbanas de UAS según su riesgo, crucial en un entorno como Madrid donde coexisten zonas abiertas y altamente restringidas.

Relevancia para la ciudad

- Madrid puede promover operaciones en categoría específica con evaluaciones SORA (Evaluación de Riesgos de Operaciones Específicas)⁶, adaptadas a sus distritos y de áreas específicas.
- Permite proyectar a largo plazo la creación de zonas urbanas para operaciones de categoría certificada, como taxis aéreos u operaciones autónomas logísticas.
- El marco operativo habilita a la ciudad para coordinar con AESA políticas de registro y aseguramiento obligatorio para operadores urbanos.

Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664 de la Comisión de 22 de abril de 2021 sobre un marco regulador para el U-space (DOUE nº 139, de 23 de abril de 2021, páginas 161 a 183)⁷.

Contexto

- Reglamento fundamental para el diseño e implantación de U-space en la ciudad de Madrid, siendo clave para gestionar el espacio aéreo urbano en convivencia con aviación tripulada y garantizar seguridad operativa.

Relevancia para la ciudad

- Permite a Madrid trabajar con ENAIRE y el MITMA para designar volúmenes de espacio U-space urbano, empezando por zonas de bajo riesgo y con un número bajo de operaciones aéreas.
- Establece requisitos para implementar servicios como geo-awareness,

4 NOTA: Texto original: Español: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/945/oj/spa
Todas las lenguas: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/945/oj
Texto actualizado a 1 de mayo de 2025: Español: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:02019R0945-20250501>

5 NOTA: Español: <https://www.boe.es/doue/2019/152/L00045-00071.pdf>
Inglés: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2019/947/oj/eng

6 NOTA: Evaluaciones SORA Specific Operations Risk Assessment:
https://www.seguridadaerea.gob.es/sites/default/files/apendice-f_0.pdf

7 NOTA: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/664/oj
Español: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0664>
Inglés: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0664>

seguimiento en tiempo real y resolución táctica de conflictos, esenciales en entorno urbano denso.

A medio plazo, la ciudad podría acoger demostradores U-space funcionales, especialmente en colaboración con operadores logísticos o sanitarios.

Reglamento de Ejecución (UE) 2021/665 de la Comisión de 22 de abril de 2021 por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 en lo que respecta a los requisitos para los proveedores de servicios de gestión del tránsito aéreo/navegación aérea y otras funciones de la red de gestión del tránsito aéreo en el espacio aéreo U-space designado en el espacio aéreo controlado (DOUE nº 139, de 23 de abril de 2021, páginas 184 a 186)⁸.

Contexto

- Este reglamento refuerza la adaptación del sistema de navegación aérea tradicional para integrar operaciones UAS en zonas U-space.

Relevancia para la ciudad

- Esencial para coordinar con proveedores ATM/ANS como ENAIRE la futura activación de corredores o zonas de tráfico mixto dentro del espacio urbano de la ciudad de Madrid.
- A largo plazo, este reglamento permitirá una transición fluida entre operaciones UAS y servicios convencionales ATM, especialmente en áreas próximas a Barajas.

Reglamento de Ejecución (UE) 2021/666 de la Comisión de 22 de abril de 2021 por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 923/2012 en lo que se refiere a los requisitos para la aviación tripulada que opera en el espacio aéreo U-space (DOUE nº 139, de 23 de abril de 2021, páginas 187 y 188)⁹.

Contexto

- Introduce obligaciones para aeronaves tripuladas que sobrevuelen espacios U-space, asegurando una gestión integrada del tráfico.

Relevancia para la ciudad

- Facilita que la aviación general o servicios de emergencia que vuelen por la ciudad de Madrid se integren sin conflictos con operaciones UAS bajo gestión U-space.
- A largo plazo, esta normativa es clave para consolidar un modelo urbano de espacio aéreo híbrido, garantizando la seguridad de todos los usuarios.

Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea¹⁰.

Contexto

- Resulta de aplicación a los sistemas de U-space y de información común (artículo 2.1).
- Prohíbe al personal aeronáutico que participe en la operación de sistemas UAS realizar sus tareas bajo los efectos del alcohol y las sustancias psicoactivas, y le obliga a someterse a las pruebas de alcoholemia y sustancias psicoactivas requeridas por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en el ejercicio de sus funciones, sin perjuicio de las medidas que adopten los operadores o AESA (artículo 34.4ª).

8 NOTA: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/665/oj
 Español: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0665>
 Inglés: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0665>

9 NOTA: Español: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0666>
 Inglés: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0666>

10 NOTA: En su versión consolidada tras la reforma operada mediante la Ley 8/2025, de 29 de septiembre: <https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-13616>

- Tipifica las infracciones en relación con la utilización de sistemas de aeronaves no tripuladas (“UAS”) en materia de: registro de operadores, identificación de aeronaves, operaciones de UAS, formación de pilotos a distancia y de coordinación de operaciones UAS (artículo 45.ter)

Relevancia para la ciudad

- Implica una mejora de la seguridad de las operaciones de UAS en el ámbito urbano, y una mayor garantía la seguridad de las personas.
- En su reciente reforma por la Ley 8/2025, de 29 de septiembre (BOE de 30 de septiembre)¹¹, introduce un régimen sancionador sobre la utilización de sistemas de aeronaves no tripuladas.

Real Decreto 517/2024, de 4 de junio, por el que se desarrolla el régimen jurídico para la utilización civil de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), y se modifican diversas normas reglamentarias en materia de control a la importación de determinados productos respecto a las normas aplicables en materia de seguridad de los productos; demostraciones aéreas civiles; lucha contra incendios y búsqueda y salvamento y requisitos en materia de aeronavegabilidad y licencias para otras actividades aeronáuticas; matriculación de aeronaves civiles; compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos; Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea; y notificación de sucesos de la aviación civil (BOE nº 136, de 5 de junio de 2024, páginas 65362 a 65436)¹².

Contexto

- Este Real Decreto desarrolla el régimen jurídico para la utilización civil de sistemas de aeronaves no tripuladas UAS, complementando las disposiciones europeas con aquellas normas que son competencia del Estado español.
- Proporciona el marco legal necesario para planificar y habilitar operaciones civiles de UAS dentro del término municipal de Madrid. Permite al Ayuntamiento y a la Comunidad de Madrid alinear sus competencias con AESA y ENAIRE, especialmente considerando los requisitos para operaciones zonas urbanas con alta densidad poblacional, y en la proximidad de aeropuertos, como el Aeropuerto Internacional Adolfo Suárez Madrid-Barajas y operaciones logísticas o públicas.

Relevancia para la ciudad

- Habilita operaciones como inspecciones de infraestructuras urbanas, control ambiental, vigilancia urbana o logística de última milla.
- Permite configurar mecanismos de autorización específica a medio plazo, mediante metodologías aplicables como SORA, adaptados a barrios de diferente tipología (ej. Cortes vs La Píoera vs San Andrés).
- Establece la base legal para formar pilotos urbanos especializados en entornos complejos.
- Establece el régimen jurídico de las “actividades y servicios no EASA”, como policía, búsqueda y salvamento, lucha contra incendios, o similares, emprendidas en el interés general por un organismo investido de autoridad pública o en nombre de este, que desarrollan, por ejemplo, los servicios municipales de emergencia (artículos 1.1.b) y 14 a 19).

Reglamento (UE) nº 139/2014 de la Comisión, de 12 de febrero de 2014, por el que se establecen los requisitos y procedimientos administrativos relativos a los aeródromos, de conformidad con el Reglamento (CE) nº 216/2008 del Parlamento Europeo y el Consejo.

El marco jurídico aplicable a vertiports, si bien todavía no está desarrollado para las futuras operaciones VCA y UAS, la regulación actual para infraestructuras aeronáuticas,

¹¹ NOTA: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2025-19339>

¹² NOTA: Texto consolidado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2024/BOE-A-2024-11377-consolidado.pdf>

combina normativa europea, estatal y autonómica:

- Real Decreto 862/2009, que aprueba las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos civiles y su certificación.
- Real Decreto 1070/2015, que regula la ordenación del espacio aéreo y el procedimiento de coordinación con la autoridad de navegación aérea.
- Ley 3/2010 de la Comunidad de Madrid, de medidas urgentes sobre ordenación y urbanismo, que condiciona la implantación de nuevas infraestructuras en el ámbito urbano y periurbano.

Contexto

- La implantación de vertiports en entornos urbanos se enmarca en el desarrollo de la movilidad aérea avanzada (UAM), especialmente para aeronaves de despegue y aterrizaje vertical (VTOL). Su regulación debe garantizar la seguridad operacional, la integración en el espacio aéreo y la compatibilidad con el planeamiento urbano.

Relevancia para la ciudad

La futura red de vertiports puede convertirse en una infraestructura estratégica para la movilidad aérea urbana, ofreciendo soluciones de transporte innovadoras y sostenibles. Para Madrid, esto supone:

- Integrar la planificación urbanística con la normativa aeronáutica y de seguridad aérea.
- Anticipar los requisitos de certificación y autorización para futuros emplazamientos.
- Evaluar el impacto en términos de movilidad, sostenibilidad y competitividad frente a otras grandes ciudades europeas que ya avanzan en este ámbito.

2.2.7 Análisis normativo: Conclusiones sobre el Marco Normativo para Operaciones UAS y Movilidad Aérea Innovadora (IAM)

Las principales conclusiones relativas al marco regulatorio se relacionan a continuación:

- **Marco regulador robusto y en continua evolución:** Existe una base regulatoria compleja pero extensa para las operaciones UAS e IAM, que combina legislación internacional (OACI), europea (Reglamentos 2019/947, 2021/664, 2021/665 y 2021/666) y nacional (RD 517/2024), proporcionando garantías para la planificación y ejecución segura de operaciones. En cuanto a la regulación de operaciones, la normativa europea establece un sistema escalonado de categorías (Abierta, Específica y Certificada) en función del riesgo, con procedimientos estandarizados como los escenarios estándar (STS) y la metodología SORA. En concreto es el reglamento (UE) 2019/947 el que recoge en sus Medios Aceptables de Cumplimiento (AMC) y Material Guía (GM) esta metodología, proponiéndose el uso de la versión 2.5 en septiembre de 2025 (ED Decision 2025/018/R). Estos marcos permiten adaptar las exigencias técnicas y administrativas a la complejidad de las operaciones, especialmente en zonas urbanas. La clave está en que tanto los operadores de UAS como las administraciones entiendan y apliquen estas normativas según los niveles SAIL ("Specific Assurance and Integrity Level") requeridos, para garantizar una movilidad aérea segura, integrada y compatible con el entorno urbano. Así, el éxito de la IAM dependerá tanto de la innovación tecnológica como de la capacidad normativa y de colaboración, cooperación y coordinación de la actuación entre los distintos niveles de gobierno.
- **RD 517/2024 como pieza clave:** Constituye una pieza clave en el desarrollo de la IAM y la Movilidad Aérea Urbana (UAM) porque regula, a nivel nacional, las condiciones operativas, técnicas y de coordinación que permiten planificar corredores aéreos urbanos, espacios aéreos U-space y zonas de especial uso de UAS que faciliten la creación escenarios específicos que aborden operaciones UAS diversas que

permitan su aplicación en el desarrollo de heterogéneas finalidades, desde la prestación de servicios públicos, hasta el transporte de mercancías (reparto con drones a vuelos eVTOL de carga) o pasajeros en entornos urbanos.

- **Competencias y normativas autonómicas y locales:** El desarrollo de la IAM en el ámbito urbano y metropolitano y la viabilidad práctica de la UAM exige la implicación del nivel autonómico y local, tanto a nivel normativo como administrativo. Sin perjuicio de la regulación internacional y estatal aeronáutica de desarrollo del U-space, las operaciones UAS y su integración en el tráfico aéreo, no resulta posible el desarrollo de la UAM sin tomar en consideración los intereses generales constitucionalmente encomendados a las Comunidades Autónomas y legalmente a los municipios, las competencias atribuidas a unas y otros, así como la normativa autonómica y local aprobada en ejercicio de dichas competencias. El despliegue de servicios UAS/IAM debe realizarse de forma progresiva, atendiendo a las necesidades sociales y económicas, de forma compatible con la satisfacción de las razones imperiosas de interés general legalmente encomendadas a los municipios (protección de la seguridad, la salubridad, la protección civil, el medio ambiente urbano y la conservación del patrimonio público) y a las Comunidades Autónomas (ordenación del territorio, medio ambiente, legislación del suelo y urbanística), así como con la garantía de los derechos individuales (protección de la salud de las personas frente a nuevos riesgos de seguridad y nuevas fuentes de contaminación acústica y del aire, de su intimidad personal y familiar, de la inviolabilidad de sus comunicaciones, así como de la propiedad privada).
- **Madrid como nodo estratégico para operaciones reales:** El ecosistema normativo, junto iniciativas como las colaboraciones público-privadas, clústeres, como SIAM, y las infraestructuras disponibles, posicionan a la ciudad de Madrid en una situación idónea para liderar:
 - El desarrollo de operaciones con UAS para la prestación de servicios públicos (policía municipal, bomberos, protección civil, inspección del estado de infraestructuras, inspección del arbolado y de zonas verdes, inspección del cauces fluviales, entre otros).
 - La distribución urbana con drones (sanitarias, farmacia y, en su caso, la posibilidad de su empleo en determinadas actividades de logística).
 - Operaciones eVTOL de pasajeros y carga desde vertiports urbanos.
 - Proyectos piloto en zonas U-space y demostradores con integración ATM/UTM.
- **Certificación de aeronaves eVTOL:** El proceso de certificación para aeronaves eVTOL en Europa se encuadra en el Reglamento (UE) 2018/1139 y sus actos delegados y de ejecución, particularmente adaptando los marcos Part-21 y CS-23. EASA ha definido criterios específicos, a nivel europeo, para aeronaves con capacidades de despegue y aterrizaje vertical (VCA: VTOL-Capable Aircraft), incluyendo requisitos técnicos, de aeronavegabilidad, de sistemas de seguridad y de operación bajo nuevas tipologías de infraestructuras como “vertiports”. Esta base normativa es clave para que Madrid pueda acoger aeronaves certificadas que operen en entornos urbanos densos, satisfaciendo los elevados estándares de seguridad propios del ámbito de la aviación.
- **Vertiports e infraestructuras aeronáuticas:** El marco regulatorio aplicable a las operaciones de UAS y a la futura Movilidad Aérea Innovadora (IAM) en materia de vertiports e infraestructuras específicas para este tipo de operaciones se encuentra en una fase de transición. Además:
 - La **futura regulación específica de eVTOL y UAS** será determinante para el despliegue ordenado y seguro de la movilidad aérea urbana en Madrid.
 - Para la ciudad, resulta estratégico **anticipar y preparar la integración normativa y urbanística**, de manera que Madrid pueda posicionarse como **ciudad pionera en Movilidad Aérea Innovadora** en Europa.
 - La colaboración estrecha entre **AESA, EASA, la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento** será clave para definir un marco jurídico que permita

aprovechar las oportunidades de la Movilidad Aérea Innovadora, garantizando al mismo tiempo la seguridad, la sostenibilidad y la integración con el resto del sistema de transporte urbano, y en su caso, metropolitano.

Madrid dispone de las oportunidades y capacidades para ser ciudad referente en operaciones UAS y movilidad aérea urbana sostenible, mediante un despliegue progresivo, y seguro, impulsado por la actividad colaborativa de los distintos niveles territoriales de la administración, en el marco de la coordinación estatal derivada de la competencia exclusiva en materia de aviación civil, de acuerdo con la regulación vigente y adaptándose a los cambios regulatorios en el futuro.



Ilustración 17
Puerta del Sol,
Madrid. Fuente:
Policía Municipal de
Madrid

Como conclusión de la normativa sobre Movilidad Aérea Innovadora (IAM) en España, el reparto competencial muestra una clara necesidad de colaboración multinivel. Mientras que el Estado conserva competencias exclusivas sobre el espacio aéreo y aeródromos de uso público de interés general y la regulación general de aeronaves, las comunidades autónomas, como la Comunidad de Madrid, y los ayuntamientos, como el Ayuntamiento de Madrid, tienen competencias y funciones públicas imprescindibles para el desarrollo de la IAM que se analizan posteriormente en el apartado 5.1.

El marco legal europeo, y su transposición en el Plan Nacional de Despliegue del U-space, exige mecanismos de colaboración y cooperación de las distintas administraciones públicas que, desde la competencia estatal en materia de espacio aéreo y aviación civil y as competencias autonómicas en ciertas infraestructuras aeronáuticas, y la imprescindible coordinación estatal en dicha materia, permita la coordinación entre administraciones a todos los niveles para la gestión de zonas geográficas U-space y la implementación de servicios que empleen UAS en su prestación. Esto convierte a los entes locales en actores imprescindibles para un despliegue ordenado, seguro y eficiente de la IAM y la UAM.



3. Ciudades referentes

En los últimos años, la movilidad aérea urbana ha empezado a dar los primeros pasos para su implementación en las ciudades.

Madrid ha comenzado su andadura en la movilidad aérea urbana con un compromiso firme para estar a la vanguardia de ciudades que se preparan para la implantación de la movilidad aérea en el futuro. Para ello se han creado unidades específicas y se participa en diferentes iniciativas y proyectos, entre las que se puede destacar:

- **Policía Municipal de Madrid:** En diciembre de 2020 se crea la Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal, formada por agentes capacitados para pilotar drones y con una flota de aeronaves moderna y funcional. Esta unidad participa activamente en los grandes eventos de la ciudad (deportivos, sociales, culturales y festivos), en situaciones de emergencia, en reconstrucción de siniestros, en desalojos, o en sucesos relevantes dando seguridad y apoyo a todo el Cuerpo, a los servicios de emergencia, a Policía Judicial y a otras áreas municipales.
- **Proyecto U-ELCOME:** Es un proyecto cuyo objetivo general es apoyar la implantación de servicios para la integración segura de drones y demostrar cómo la utilización de sistemas aéreos no tripulados puede ayudar a ofrecer soluciones al transporte. Madrid ha participado en el desarrollo de proyectos piloto de transporte sanitario entre hospitales, que permitan la implantación de estos servicios a medio plazo.
- **Urban-Air-Mobility Initiative Cities Community (UIC2):** UIC2 con su transición a la Iniciativa CIVITAS de la UE, es una comunidad centrada en las ciudades y regiones, impulsada por las necesidades de los ciudadanos, y fomenta la colaboración entre disciplinas y sectores relevantes para la IAM con el objetivo de definir conjuntamente el futuro de los servicios. Madrid participa ayudando en la coordinación dentro de esta red.

- **Innovative Air Mobility Hub (IAM HUB EASA):** Plataforma digital impulsada por el Parlamento Europeo y la Comisión Europea a través de la autoridad EASA, como parte de la Estrategia sobre Drones 2.0 Flagship 7, para abordar las preocupaciones de la sociedad en lo relativo a movilidad aérea y facilitar la implementación segura, eficiente y sostenible de estos servicios innovadores con casos de uso reales y concretos en Europa, conectando diversas partes interesadas, como ciudades, regiones, autoridades nacionales, la UE, operadores y fabricantes, y proporcionando información, directrices y datos completos y actualizados sobre temas relacionados con la movilidad aérea. Madrid en colaboración con AESA, participa en el IAM HUB desde abril de 2025.
- **Developing Skills And Capabilities For Innovative Air Mobility (AIRMOB):** Es una iniciativa europea impulsada por Italia, Irlanda, Portugal, España, Turquía, Chipre y Bélgica con el objetivo de apoyar la formación educativa profesional y garantizar capacidades y competencias de alta calidad que conduzcan a un empleo de calidad y a oportunidades profesionales, satisfaciendo las necesidades de una economía innovadora, inclusiva y sostenible, a través de la creación de Centros de Excelencia vocacional que cooperarán para desarrollar las habilidades y capacidades del sector de la movilidad aérea innovadora en Europa. En España está liderado por la Escuela Técnica Superior de ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la UPM, y las empresas SENASA, ISDEFE, Crisalión y CRIDA. Madrid participa como partner asociado, dando apoyo al grupo español.
- **Clúster Español De Movilidad Aérea Innovadora (SIAM):** El Clúster SIAM nace con el objetivo de ser un referente internacional de innovación y alta tecnología en el sector de la aeromovilidad en España. Está liderado por INECO, ITG, Expodrónica, NTT Data y Pinset Masons. Madrid ha mostrado interés en participar de forma activa en las actividades del Cluster, y sumarse al mismo mediante la firma de un convenio de colaboración.

Por tanto, es clave que las ciudades pioneras no solo han de avanzar en la experimentación tecnológica, sino que también tienen que articular ecosistemas de innovación, elaborar marcos normativos adaptativos y promover una visión estratégica de la movilidad aérea como parte integral del futuro urbano. Su experiencia demuestra que, con visión, planificación y colaboración, es posible transformar el espacio aéreo en una nueva dimensión de la movilidad sostenible.

La tabla siguiente muestra una panorámica de las principales ciudades pioneras y sus iniciativas fuera de España:

Ciudad	País	Hitos recientes	Iniciativas actuales & aspiraciones
Shenzhen	China	Shenzhen se convirtió en la primera ciudad del mundo donde un vehículo aéreo eVTOL no tripulado obtuvo autorización para realizar vuelos comerciales. La empresa EHang opera sus aeronaves EH216-S dentro de rutas urbanas definidas, marcando el inicio práctico de IAM	China aspira a desplegar 100.000 vehículos voladores en áreas urbanas en los próximos seis años. Shenzhen actúa como ciudad modelo para replicar el sistema en otras zonas metropolitanas, consolidando un ecosistema urbano automatizado y autónomo.
Dubái	Emiratos Árabes Unidos	Skyports ha comenzado la construcción del primer "vertiport" funcional de la ciudad, ubicado en el Aeropuerto Internacional de Dubái. Esto representa el inicio tangible de una red de movilidad aérea urbana pensada para integrarse con los flujos de transporte público y privado.	Dubái quiere posicionarse como hub global de IAM. La estrategia incluye múltiples "vertiport" conectados con hoteles, aeropuertos y centros financieros, utilizando tanto rutas turísticas como de transporte cotidiano.

Ciudad	País	Hitos recientes	Iniciativas actuales & aspiraciones
Rotterdam	Países Bajos	El Puerto de Rotterdam se ha convertido en un entorno de referencia para operaciones diarias con drones, incluyendo vigilancia automatizada, inspección de infraestructuras, respuesta ante emergencias y logística portuaria. Estas operaciones se realizan con drones de categoría específica, bajo SORA y con coordinación avanzada con autoridades locales y marítimas.	Rotterdam aspira a escalar estas operaciones hacia un modelo integral de "Drone as a Service" para todo el entorno metropolitano-portuario. Se están desarrollando pasillos aéreos logísticos conectados con infraestructuras clave, y se evalúa la integración progresiva con servicios U-space para extender las operaciones más allá del puerto hacia la ciudad. También se considera una futura conexión aérea con el aeropuerto de La Haya-Rotterdam mediante drones de carga.
Nueva York	EE.UU.	Joby Aviation y Delta Airlines han anunciado vuelos eVTOL que conectarán el aeropuerto JFK con el centro de Manhattan, ofreciendo una alternativa rápida y libre de tráfico a los traslados urbanos.	Nueva York prevé construir una red de rutas urbanas entre aeropuertos y centros financieros. Se trabaja también en la compatibilidad con normas del espacio aéreo denso y en infraestructura modular en helipuertos existentes.
Múnich	Alemania	A través de la Air Mobility Initiative, se está desarrollando el eVTOL CityAirbus NextGen, con la intención de realizar vuelos entre Múnich e Ingolstadt. Ya se han realizado pruebas de sistemas y el desarrollo avanza hacia vuelos de demostración antes de 2030.	Alemania apuesta por integrar los eVTOL en el ecosistema aeroportuario y en los corredores regionales. Se prevén "vertiports" urbanos y rutas piloto certificadas antes de 2032.
Brisbane	Australia	El aeropuerto de Archerfield está siendo adaptado para ser el centro operativo de taxis aéreos autónomos durante los Juegos Olímpicos de 2032. El proyecto se encuentra en fase avanzada de planificación con actores públicos y privados.	Tras los Juegos, se prevé extender las rutas a zonas suburbanas y regionales, conectando comunidades con baja cobertura ferroviaria mediante eVTOLs autónomos y sostenibles.
Ginebra	Suiza	Fue la primera ciudad en unirse a la Iniciativa Europea de Movilidad Aérea Urbana, anticipándose a los marcos regulatorios y consolidando su papel como laboratorio urbano para nuevas tecnologías de aviación.	Ginebra lidera la regulación de rutas aéreas urbanas, aspira a lanzar pilotos de eVTOL privados y de servicios médicos, e integrar los vuelos en zonas con espacio aéreo compartido.

Ciudad	País	Hitos recientes	Iniciativas actuales & aspiraciones
Dallas	EEUU	Dallas fue seleccionada como uno de los nodos clave del FAA UTM Pilot Program. En su espacio aéreo urbano y suburbano operan simultáneamente múltiples proveedores de servicios UTM (UTM SP), coordinados a través de la arquitectura federada del FAA HUB. Esto permite realizar operaciones UAS simultáneas en entornos complejos con distintos operadores, misiones y requisitos.	Dallas prevé convertirse en un entorno operacional permanente para el escalado de servicios comerciales UAS, incluyendo delivery, inspección y movilidad aérea urbana. Además de su papel como banco de pruebas técnico, la ciudad promueve la adopción comercial a través de alianzas público-privadas, certificación progresiva de vertiports y habilitación de zonas de demostración con integración táctica ATM/UTM. Se vislumbra como hub AAM regional para el suroeste de EE.UU.
São Paulo	Brasil	São Paulo lidera la innovación en movilidad aérea en Latinoamérica. En 2024, se completó con éxito la primera simulación de tráfico aéreo urbano con eVTOLs, helicópteros y drones integrados. En 2025 se encendió el primer motor de propulsión del eVTOL Eve-100. Además, se confirmaron pedidos comerciales por más de 100 aeronaves eVTOL por parte de operadores brasileños.	Eve Air Mobility y Embraer proyectan iniciar operaciones piloto en 2026, con producción nacional en Taubaté. Se trabaja en rutas urbanas y suburbanas, integración con servicios médicos, y un sistema digital de gestión del tráfico urbano aéreo que será exportado a otros países.
Dublín	Irlanda	Manna, empresa con sede en Dublín, ha liderado la operación de drones de reparto comercial, posicionando a la ciudad como uno de los primeros hubs de entrega aérea autónoma en Europa.	La ciudad colabora activamente con Manna para desarrollar infraestructuras y marcos regulatorios que faciliten la integración segura de drones en el espacio aéreo urbano, siendo un referente en la gestión de entregas autónomas a pequeña escala.
Miami	EE.UU.	Miami ha iniciado acuerdos con operadores como Eve Air Mobility para establecer un ecosistema de taxis aéreos eléctricos en la ciudad y el sur de Florida.	La ciudad prevé desplegar “vertiports” conectados con aeropuertos y zonas costeras, enfocándose en el transporte regional y turístico. Se están desarrollando alianzas con empresas de infraestructura y operadores privados.
Helsinki	Finlandia	Manna y VTT han firmado un acuerdo para trabajar en la logística de última milla en la ciudad.	La ciudad impulsa el despliegue de infraestructura digital y regulatoria para facilitar operaciones U-space, promoviendo la movilidad aérea urbana sostenible y segura, con especial foco en la coordinación entre operadores y autoridades aéreas.

Ciudad	País	Hitos recientes	Iniciativas actuales & aspiraciones
Milán	Italia	Milán ha sido pionera en el desarrollo de “vertiports” urbanos en colaboración con Skyports y SEA Aeroporti di Milano. Ha realizado demostraciones de eVTOL en el contexto de la Expo y otros eventos internacionales.	El plan estratégico busca habilitar una red de “vertiports” para conectar el aeropuerto de Malpensa, el centro urbano y sedes de grandes eventos, con vistas a la implementación completa para 2030.
Zúrich	Suiza	Zúrich alberga el primer espacio U-space operativo en Suiza, en fase de pruebas reales con operadores de drones, como parte del sistema nacional SUSI gestionado por Skyguide (ANSP suizo), incluyendo zonas GEO y servicios U1/U2	Se avanza en la integración progresiva de drones en entornos urbanos con coordinación digital entre operadores y USSPs, y se exploran corredores urbanos multimodales con base en estudios académicos y pruebas supervisada.
Hamburgo	Alemania	Hamburgo ha destacado por su papel en el proyecto europeo CORUS-XUAM, liderando estudios sobre rutas aéreas urbanas seguras y la interoperabilidad U-space. Además, ha albergado demostraciones públicas con drones de carga y servicios médicos	La ciudad trabaja en establecer corredores UAM dentro del puerto y hacia zonas industriales, en colaboración con Airbus y el DLR. Hamburgo se posiciona como laboratorio vivo para pruebas UAM, priorizando la conectividad logística y la sostenibilidad.

Tabla 4. Ciudades relacionadas con la IAM



4. Ecosistema de actores

En el proceso de integración de la Movilidad Aérea Innovadora (IAM) dentro del espacio aéreo urbano, emerge un ecosistema complejo y multidisciplinar compuesto por actores públicos y privados que desempeñan roles interdependientes y críticos. Las administraciones nacionales y locales son responsables de establecer los marcos regulatorios, definir políticas públicas y supervisar la gestión del espacio aéreo en entornos urbanos.

Desde un punto de vista global, las autoridades de aviación civil, con EASA a nivel europeo, la DGAC y la AESA en el ámbito nacional o la FAA en Estados Unidos, garantizan la seguridad operacional mediante la certificación de aeronaves y operadores, así como la regulación de los corredores aéreos. Por su parte, los planificadores urbanos deben integrar las infraestructuras IAM, tales como "vertiports", en los sistemas de transporte existentes, asegurando su compatibilidad con el entorno urbano y normativas de uso del suelo.

Los operadores IAM, como por ejemplo Volocopter o Joby Aviation, son responsables del despliegue y operación de servicios eVTOL, en coordinación con las autoridades competentes. Paralelamente, los desarrolladores de infraestructuras y los proveedores tecnológicos, incluidos los referidos al UTM/U-space y sus proveedores de servicios asociados en gestión del tráfico no tripulado, así como CISP (Common Information Service Provider) y USSPs (U-space Service Provider) configuran los elementos técnicos y logísticos que permiten una integración segura y eficiente.

Este entramado se complementa con agencias de transporte público, operadores energéticos, y las propias comunidades locales, cuyo nivel de aceptación social y percepción en aspectos como el ruido, la sostenibilidad o la seguridad, resultan determinantes para la viabilidad del modelo.

Stakeholder	Papel en la integración de IAM
Gobiernos Nacionales y Locales	Establecer regulaciones, proporcionar marcos normativos, supervisar la gestión del espacio aéreo urbano.
Autoridades de aviación civil (por ejemplo, EASA, FAA)	Definir los estándares de certificación, garantice el cumplimiento de la seguridad y regule los corredores de vuelo.
Reguladores urbanísticos	Integrar la infraestructura IAM en las redes de transporte existentes, evaluar las leyes de zonificación para los "vertiports".
Operadores de IAM (por ejemplo, Vertical Aerospace, Joby Aviation)	Desplegar y operar servicios eVTOL, colaborar con las autoridades para el acceso al espacio aéreo.
Desarrolladores de infraestructuras (por ejemplo, Bluenest by Globalvia, Skyports, Ferrovial)	Diseñar y construir "vertiports", desarrollar instalaciones de carga y mantenimiento.
Agencias de Transporte Público	Garantizar una conectividad multimodal sin interrupciones entre los servicios de IAM y el transporte terrestre.
Proveedores de tecnología y UTM	Desarrollar soluciones de gestión de tráfico aéreo (UTM) para la integración segura de IAM.
Proveedores de energía y operadores de red	Apoyar las soluciones de energía sostenible para las estaciones de carga vertiportuarias.
Público y Comunidades	Influir en la aceptación del proyecto, proporcionar comentarios sobre el ruido, la seguridad. Incluyendo la seguridad para el ciudadano, y las preocupaciones de sostenibilidad

Tabla 5. Stakeholders de relevancia en la integración de IAM

4.1 Agentes clave

La consolidación del ecosistema de la Movilidad Aérea Innovadora (IAM) depende de una coordinación efectiva y sostenida entre un conjunto diverso de actores estratégicos, cada uno con funciones complementarias que deben alinearse para garantizar una implantación exitosa, segura y económicamente viable.

En primer lugar, los fabricantes de aeronaves eVTOL (vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical) desempeñan un papel fundamental en la certificación aeronáutica y la industrialización de soluciones tecnológicas, asegurando que los vehículos cumplan con los más altos estándares de seguridad, fiabilidad y eficiencia operativa. Esta etapa es esencial para habilitar la fase de explotación comercial a gran escala.

Los operadores IAM, por su parte, son responsables de diseñar, desplegar y gestionar servicios sostenibles y económicamente rentables, adaptados a las necesidades de movilidad del entorno urbano. Esto incluye la selección de rutas, la interacción con sistemas de gestión del tráfico aéreo (ATM/UTM) y la prestación de servicios orientados al usuario final.

Las administraciones públicas y autoridades reguladoras tienen la misión de establecer los marcos regulatorios, normativas de certificación y condiciones de operación que aseguren la integración segura de estas nuevas operaciones dentro del sistema de transporte y del espacio aéreo existente. Su función es crítica en lo que respecta al diseño de políticas públicas, concesión de licencias y supervisión del cumplimiento normativo.

Los gestores de infraestructuras juegan un rol central en la integración territorial del IAM, participando en el diseño de infraestructuras como los "vertiports", garantizando la compatibilidad con el tejido urbano existente y promoviendo soluciones intermodales

que faciliten la conexión entre el transporte aéreo y terrestre.

Finalmente, los usuarios finales y la sociedad civil constituyen el núcleo del IAM. La aceptación social, la percepción de seguridad, sostenibilidad ambiental y utilidad del servicio, son factores determinantes para alcanzar una adopción masiva, razón por la cual la implicación del público desde etapas tempranas del diseño y despliegue resulta estratégica.

En el contexto español, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) ejerce un papel esencial como autoridad competente en materia de supervisión, aprobación y certificación de la aviación civil. A continuación, se muestra el organigrama de AESA, con las diferentes direcciones:



Ilustración 18
Organigrama de
AESA agosto 2025 –
Fuente: Elaboración
propia

Donde:

- **Dirección de Seguridad de Aeronaves (DSA):** Se encarga de la seguridad operacional (emitiendo autorizaciones para los operadores de drones en la categoría específica bajo régimen de autorización, entre otros) y del mantenimiento de aeronaves, la certificación, la explotación del transporte aéreo, la gestión del registro de matrícula y la supervisión de los derechos de emisión. También integra las oficinas de seguridad en vuelo.
- **Dirección de Gestión de la Seguridad y Personal de Vuelo (DGSPV):** Gestiona los riesgos de seguridad en la aviación civil y supervisa al personal de vuelo, las escuelas, la medicina aeronáutica y la protección a los usuarios, incluyendo los planes de asistencia a víctimas de accidentes.
- **Dirección de Aeropuertos y Seguridad de la Aviación Civil (DASAC):** Supervisa la seguridad en los aeropuertos frente a actos ilícitos, gestiona la facilitación del transporte aéreo y participa en la evaluación ambiental de proyectos aeroportuarios.
- **Dirección de Navegación Aérea (DNA):** Regula y supervisa todos los aspectos técnicos y operativos relacionados con la navegación aérea.

Del mismo modo, la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) lidera el desarrollo normativo que regula la operación segura de aeronaves eVTOL y servicios IAM, velando por la correcta aplicación de los marcos europeos definidos por la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (EASA). Su colaboración con organismos internacionales y con la industria permite una armonización de requisitos que facilita la interoperabilidad transfronteriza y el acceso a mercados globales.

La Consejería de Vivienda, Transportes e Infraestructuras es el departamento autonómico que asume las competencias sobre transporte, movilidad e infraestructuras aeronáuticas en la Comunidad de Madrid. Dentro de esa consejería, la Dirección General de Transportes y Movilidad es el órgano que coordina la política de transporte y entre sus competencias figuran la autorización previa y apertura de instalaciones aeronáuticas autonómicas, así como la inspección.

Para la gestión específica de instalaciones aeronáuticas bajo competencia autonómica, existe el Área de Instalaciones Aeronáuticas y Transporte por Cable, encargada de trámites de apertura, inspecciones y sanciones. Según el Decreto 194/2021, se estructura la Consejería de Transportes e Infraestructuras, estableciendo órganos superiores y directivos hasta niveles de subdirección general.

Por otro lado, ENAIRE, el gestor nacional de navegación aérea es un actor estratégico en la implementación de sistemas de gestión del tráfico aéreo adaptados a la nueva movilidad aérea urbana. ENAIRE participa activamente en el desarrollo e integración de soluciones U-space, que permitirán una gestión automatizada y segura del espacio aéreo para operaciones de drones y eVTOL. Su experiencia y capacidades técnicas son fundamentales para garantizar la coexistencia armónica entre la aviación tradicional y las nuevas formas de transporte aéreo, impulsando un marco operativo robusto y escalable.

4.2 Colaboraciones público-privadas

Para la implementación eficaz de la Movilidad Aérea Innovadora (IAM) se requiere no solo de innovación tecnológica y planificación urbana integrada, además de otros factores de interés, sino también mecanismos de colaboración estructurados entre el sector público y el privado. En este contexto, las colaboraciones público-privadas (del inglés Public-Private Partnership o PPP) se perfilan como instrumentos clave para movilizar recursos financieros, técnicos y operativos, permitiendo el desarrollo ágil y seguro de soluciones IAM en entornos urbanos complejos.

A través de este tipo de acuerdos, las entidades privadas pueden canalizar inversiones hacia el diseño, despliegue y operación de servicios de movilidad aérea urbana, mientras que las administraciones públicas aportan el marco normativo, la supervisión regulatoria y, en determinados casos, la provisión o cofinanciación de infraestructuras críticas como "vertiports", redes eléctricas y nodos intermodales. Esta sinergia permite maximizar la eficiencia en la asignación de recursos y reducir los tiempos de desarrollo.

Uno de los principales beneficios de las colaboraciones público-privadas reside en la distribución equilibrada de los riesgos asociados a la innovación disruptiva. Las fases de certificación tecnológica, desarrollo de sistemas de gestión del tráfico aéreo (ATM/UTM), integración urbana y adaptación de infraestructuras conllevan elevados niveles de incertidumbre. En un marco PPP, dichos riesgos son compartidos entre los diferentes actores implicados, mitigando el impacto económico sobre una sola parte y facilitando una toma de decisiones más ágil.

Además, estas alianzas estratégicas favorecen la alineación proactiva entre los desarrollos industriales y la evolución del marco normativo, lo cual resulta crucial en sectores emergentes como el IAM. Ejemplos de ello se observan en iniciativas europeas como la implementación del U-space, donde la colaboración estrecha entre agencias reguladoras, operadores y proveedores tecnológicos ha permitido establecer modelos de gobernanza, validación técnica y armonización de estándares para la gestión segura de aeronaves no tripuladas en espacio aéreo urbano.

Otro aspecto determinante es la aceleración hacia la madurez comercial de la IAM. Las colaboraciones bien estructuradas permiten acortar los plazos para alcanzar hitos clave de prueba de concepto, tanto a nivel técnico como comercial, facilitando así los procesos de certificación y autorización operativa. Esto, a su vez, reduce las barreras de entrada para nuevos operadores y contribuye a generar confianza entre inversores, usuarios y autoridades competentes.

En suma, las colaboraciones público-privadas no solo son una vía para financiar e implementar la infraestructura necesaria del IAM, sino que constituyen un catalizador institucional y operativo esencial para su viabilidad, escalabilidad y aceptación social.

La siguiente tabla compara las ventajas y desventajas propias de este modelo de colaboración público-privada:

Ventajas	Desventajas
Reparto de riesgos financieros y operativos entre el sector público y privado.	Complejidad contractual: los acuerdos PPP requieren marcos jurídicos sólidos y negociaciones prolongadas.
Aceleración de los plazos de desarrollo e implementación de soluciones IAM.	Desigualdad de poder: el sector privado puede tener mayor capacidad de influencia en las decisiones clave.
Movilización de capital privado para infraestructuras y tecnologías emergentes.	Dependencia de financiación externa, que puede comprometer la continuidad si cambian las condiciones del mercado.

Alineación normativa y técnica temprana con los desarrollos regulatorios (por ejemplo, U-space).	Riesgo de captura regulatoria, donde los intereses privados condicionan la evolución del marco normativo.
Mejor aprovechamiento de capacidades técnicas y de innovación del sector privado.	Falta de transparencia y rendición de cuentas, especialmente en entornos con débil gobernanza institucional.
Mayor legitimación pública cuando los proyectos se desarrollan con apoyo institucional.	Riesgos reputacionales para la administración pública en caso de fallos técnicos o financieros.
Flexibilidad en la ejecución de proyectos piloto y pruebas de concepto.	Dificultad en equilibrar objetivos públicos (accesibilidad, sostenibilidad) con intereses comerciales.

Tabla 6 Ventajas y desventajas de la colaboración público-privada

Ejemplos de colaboraciones público-privadas en el ámbito del I+D

La consolidación del ecosistema IAM europeo se apoya en proyectos estratégicos financiados por programas como SESAR y Horizon Europe, que permiten testar, validar y desplegar soluciones en escenarios reales. Estos proyectos no solo facilitan la maduración tecnológica y normativa, sino que constituyen auténticos pilares para la estructuración de un modelo IAM sólido, escalable y armonizado a nivel continental. Además, sirven para definir y establecer los procedimientos entre los principales actores del ecosistema, sirviendo como elementos de divulgación y estructuración de las distintas capas de gobierno.

A continuación, se describen algunas de las principales actividades participadas por actores mencionados en este capítulo:

- **U-ELCOME (U-space European COMMon dEpLoyment):** Iniciativa que busca el despliegue armonizado de infraestructuras y servicios U-space en Europa. Entre los participantes clave se encuentran Eurocontrol, ENAIRE, ENAV, ITG, INECO, Leonardo y DLR. Este proyecto es clave para establecer una hoja de ruta común que permita una implementación coherente del U-space en diferentes Estados miembros, fomentando la interoperabilidad y confianza entre proveedores de servicios y autoridades. Parte del proyecto U-ELCOME se está desarrollando en la ciudad de Madrid.
- **CORUS-XUAM:** Proyecto centrado en el desarrollo de conceptos operacionales (ConOps) para una gestión integrada y segura de la movilidad aérea urbana. Destacan actores como EUROCONTROL, DSN, NATS, ENAIRE, DLR, Unifly, Boeing, Honeywell o Airbus, así como ciudades piloto como París y Helsinki. Su relevancia es crítica en la definición de estándares y protocolos comunes, que sirven como base para la regulación y coordinación de vuelos eVTOL en zonas densamente pobladas.
- **EUREKA (European Key solutions for vertiports and UAM):** Proyecto centrado en el desarrollo de soluciones para la implantación de “vertiports” y operaciones UAM en ciudades. Las soluciones se centran en la definición del proceso completo de llegada, salida y escala en “vertiports”, la gestión colaborativa del tráfico, gestión de emergencias e interrupciones y el flujo de la red, su capacidad y correspondiente gestión operativa. El proyecto EUREKA es una pieza fundamental para la estandarización de los procesos operativos en “vertiports” y el desarrollo de la movilidad aérea urbana.
- **CORUS five:** Construyendo sobre los proyectos previos CORUS y CORUS-XUAM, CORUS five se centra en actualizar el concepto de operaciones para la movilidad aérea urbana, alineándose con los avances regulatorios más recientes y abordando cuestiones cruciales pendientes en relación con las operaciones de UAS y VCA. El proyecto propondrá un marco U-space más avanzado para facilitar operaciones más seguras y eficientes, centrándose también en la integración de aeronaves tripuladas y no tripuladas en el mismo espacio aéreo. Este proyecto constituye uno de los pilares principales para la implantación de UAM y U-space en Europa gracias a su trabajo en la quinta edición del concepto de operaciones de U-space en Europa.

- **EALU-AER (Enhanced Automation for U-space/ATM integration):** Proyecto europeo de demostraciones que construirá una plataforma que utilizará soluciones tecnológicas de vanguardia para la gestión del tráfico de drones, incluyendo un “vertiport” completamente operativo, una plataforma U-space, una red de retorno, equipos de comunicaciones y vigilancia, y un radar tridimensional avanzado de matriz en fase. La plataforma desarrollada en el proyecto será clave para impulsar futuros desarrollos y líneas de trabajo sobre operaciones U-space y UAM.
- **BURDI (BeNe U-space Reference Design Implementation):** tiene por objeto implementar un concepto de espacio aéreo U-space capaz de gestionar operaciones de UAS diversas, densas y complejas en entornos de movilidad aérea controlada, no controlada y urbana. BURDI es un proyecto clave para la definición de buenas prácticas, la estandarización, la armonización y la definición de los requisitos de interoperabilidad, apoyando el despliegue operativo de los espacios aéreos U-space en toda Europa. BURDI también busca garantizar que las soluciones implementadas sean económicamente sostenibles y socialmente aceptables para el beneficio de la ciudadanía.
- **DALI-LAB:** busca desarrollar requisitos detallados para establecer la estructura de compromiso y gobernanza de los living labs para servicios médicos asistidos por drones. Esto permitirá proporcionar orientación sobre cómo desarrollar este tipo de living labs médicos, integrando drones en las operaciones médicas mientras se salvaguardan la aceptación/socialización de la sociedad, los compromisos y las preocupaciones sobre seguridad y protección, el cumplimiento de los protocolos médicos y la protección de los individuos/pacientes, así como las dimensiones de privacidad y sostenibilidad.

En conjunto, estos proyectos representan plataformas clave para el avance del conocimiento técnico, la validación normativa y la colaboración efectiva entre industria, autoridades regulatorias y ciudades piloto. Constituyen un eje vertebrador en el despliegue progresivo del ecosistema IAM europeo, impulsando tanto la innovación como la aceptación social e institucional necesarias para su adopción definitiva.



5. Grupos de trabajo

El 31 de enero de 2024, promovido por el alcalde José Luis Martínez-Almeida, el Ayuntamiento de Madrid constituyó la Comisión de Movilidad Aérea Urbana. Este órgano reúne a representantes técnicos y estratégicos de distintas áreas municipales con el objetivo de estudiar en profundidad el impacto de esta nueva movilidad y sentar las bases de una ordenanza que permita su despliegue de forma segura, eficiente y sostenible. La movilidad aérea urbana plantea retos que van mucho más allá de la tecnología: exige repensar la normativa, la seguridad, la convivencia ciudadana, el impacto ambiental, las infraestructuras y el modelo económico que la haga viable. Con ello, Madrid aspira a convertirse en la primera gran ciudad europea con una regulación específica sobre movilidad aérea urbana.

Para abordar el trabajo de manera eficaz y especializada, la Comisión ha articulado su funcionamiento interno a través de seis grupos de trabajo, cada uno centrado en un área clave del desarrollo de la movilidad aérea urbana: Normativa, Operaciones, Medio Ambiente y Ciudadanía, Seguridad, Operadores Económicos e Infraestructuras. Estos grupos permiten abordar los distintos aspectos técnicos, legales, sociales y logísticos de forma segmentada, pero coordinada. Su función no es solo elaborar propuestas o recoger diagnósticos, sino generar conocimiento compartido entre los distintos actores implicados: administración, cuerpos de seguridad, operadores privados, expertos técnicos y representantes del tejido social.

Cada grupo de trabajo actúa como espacio de análisis y debate, y ha sido concebido para facilitar la elaboración de propuestas realistas, adaptadas al contexto madrileño y con capacidad de escalar a una futura normativa. Además, el enfoque transversal entre grupos garantiza que aspectos críticos como la sostenibilidad, la seguridad o la aceptación ciudadana se consideren desde el primer momento y no como un añadido posterior.

Este capítulo presenta el trabajo desarrollado por cada uno de los grupos, sus líneas de análisis principales y las primeras conclusiones obtenidas tras los encuentros

mantenidos hasta la fecha. No se trata de un ejercicio meramente descriptivo, sino de una contribución estratégica a la hoja de ruta que definirá el futuro de la movilidad aérea urbana en Madrid.

5.1 Grupo 1. Normativa

El Grupo de Trabajo de Normativa de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana de Madrid tiene por objeto el análisis sobre la normativa vigente y el análisis del marco competencial, así como la identificación de aquellas materias en las que resulta necesaria la aprobación de normas estatales, autonómicas o municipales para el desarrollo de la movilidad aérea urbana.

Se ha centrado en el análisis competencial y de la normativa europea y nacional vigente para entender mejor esta nueva dimensión de la movilidad urbana, y estar en disposición de asegurar, en su estricto ámbito competencial municipal, la satisfacción de los intereses generales cuya promoción y defensa ha sido legalmente encomendada al Ayuntamiento de Madrid. el Ayuntamiento de Madrid.

Objetivos del Grupo de Trabajo de Normativa.

El Grupo de Normativa se ha fijado los siguientes objetivos fundamentales:

- 1º) Analizar la normativa europea, nacional y autonómica vigente en materia de movilidad aérea urbana y su afección a la normativa de régimen local general y especial de Madrid, así como a las Ordenanzas del Ayuntamiento de Madrid.
- 2º) Realizar el seguimiento de los procedimientos normativos comunitarios, nacionales y autonómicos, facilitando el conocimiento técnico necesario para la eventual participación del Ayuntamiento de Madrid en los oportunos trámites de información pública.
- 3º) Analizar las competencias municipales necesarias para el desarrollo de la movilidad aérea urbana, así como las competencias, funciones, trámites y actuaciones que la normativa comunitaria, estatal y autonómica, atribuya a los municipios con carácter general, y al Ayuntamiento de Madrid en particular, en materia de movilidad aérea urbana.
- 4º) Identificar y analizar las necesidades y los problemas relacionados con la UAM que puedan requerir una solución normativa en el ámbito competencial municipal vigente en cada momento.
- 5º) Generar un conocimiento técnico y jurídico en materia de UAM e IAM, imprescindible tanto para el ejercicio de las competencias, potestades y funciones que en cada momento atribuya el ordenamiento jurídico a los municipios como el análisis de los impactos que el desarrollo de la UAM y la IAM va a suponer en la dinámica de las ciudades y en la vida de sus habitantes.

Identificación de necesidades para el desarrollo de la UAM y la aplicación de la IAM en el ámbito urbano.

El Grupo de trabajo de Normativa ha identificado las siguientes materias en las que se precisa un desarrollo normativo por los poderes públicos normativos competentes:

- 1º) **Clarificación del marco competencial** de las distintas Administraciones Públicas con competencias concurrentes y con intereses generales cuya promoción y defensa haya sido atribuida por el ordenamiento jurídico.
- 2º) **Desarrollo de mecanismos de colaboración y cooperación de las Administraciones Públicas** con intereses generales, competencias y funciones concurrentes imprescindibles para el desarrollo de la UAM, que deben actuar desde la máxima lealtad institucional colaborando en el ejercicio de sus respectivas competencias.

3º) **Regulación y ejecución práctica de mecanismos estatales de coordinación** en aquellas materias reservadas al Estado y respecto a las que éste considere necesario coordinar la actuación de las distintas administraciones públicas, en los términos legalmente previstos y de acuerdo a la jurisprudencia constitucional.

4º) Disponer de un marco jurídico que ofrezca la imprescindible **seguridad jurídica** a la totalidad de los operadores jurídicos, incluyendo a las Administraciones Públicas, a los ciudadanos y a los sujetos privados que deseen desarrollar iniciativas económicas que requieran el uso de UAS y eVTOL y servicios de UAM.

5º) Disponer de una regulación del aseguramiento de los diferentes riesgos de responsabilidad civil extracontractual que puedan producirse como consecuencia de la utilización de UAS, tanto en el aire como en tierra, lo que puede requerir que por los oportunos poderes normativos estatales se analice la conveniencia de revisar y, en su caso, actualizar, la normativa aeronáutica y no aeronáutica (para regular los riesgos de determinadas actividades en las que se usen UAS y eVTOL).

6º) Por otro lado y al margen de las necesidades normativas, para el desarrollo de la UAM se requiere la dotación de medios una inversión sostenida en el tiempo para la construcción de infraestructuras, la investigación, desarrollo e innovación y el desarrollo técnico de aeronaves UAS y eVTOL, la gestión de los servicios del U-space, la construcción de “vertiports” y la gestión de los servicios asociados a la revisión, mantenimiento, operación y prestación de servicios imprescindibles asociados a la operación de UAS y eVTOL, la formación de personal cualificado para todo lo anterior.

El desarrollo de protocolos o frecuencias exclusivas de comunicación 5G resulta imprescindible para la implementación práctica del U-space, y de las propias comunicaciones con los UAS, lo que requiere la regulación estatal, desarrollos prácticos y esfuerzos de financiación privada de despliegue y uso de las redes 5G real.

Se requiere, también, el dimensionamiento adecuado de los puntos de recarga de las baterías, lo que implica un incremento de la dotación de estaciones y subestaciones eléctricas y de las infraestructuras de generación, transporte y transformación eléctricas, lo que afecta tanto a las infraestructuras como al medio ambiente urbano y, por tanto, a competencias municipales.

Insuficiencia y complejidad de la distribución competencial de las competencias para el desarrollo de la UAM.

1º) Competencias exclusivas estatales.

La inmensa totalidad de las competencias de carácter aeronáutico relacionadas con el desarrollo de la IAM y de la UAM corresponden al Estado, en virtud de la competencia en materia de *“aeropuertos de interés general; control del espacio aéreo, tránsito y transporte aéreo, servicio meteorológico y matriculación de aeronaves”* (artículo 149.1.20ª CE).

Asimismo, compete al Estado otras competencias exclusivas que resultan imprescindibles para la regulación, ejecución y desarrollo de la IAM y la UAM, en materia de:

a) Defensa y Fuerzas Armadas (artículo 149.1.4ª CE).

b) Seguridad pública, sin perjuicio de la posibilidad de creación de policías por las Comunidades Autónomas en la forma que se establezca en los respectivos Estatutos en el marco de lo que disponga una ley orgánica (artículo 149.1.29ª CE).

c) Legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección (artículo 149.1.23ª CE).

d) Y seguros (artículo 149.1.11ª CE)

El carácter exclusivo estatal de la competencia en materia de “aeropuertos de interés general; control del espacio aéreo, tránsito y transporte aéreo” supone dos ventajas normativas esenciales: por un lado, facilita la uniformidad normativa en todo el territorio nacional; y por otro, supone un valor añadido a efectos de la garantía de la unidad de mercado y la competencia, reduciendo costes operativos de los agentes económicos a la hora de desarrollar la iniciativa y la inversión privadas.

El Plan de acción nacional para el despliegue del U-space 2022-2025¹³ (en adelante, PANDU), liderado por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), con la coautoría de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y ENAIRE, y la colaboración destacada del Ministerio de Defensa, y otras entidades públicas y privadas, planifica la implementación del U-space contemplando expresamente la colaboración, cooperación y, en su caso, coordinación de la actuación de las Administraciones municipales.

Entre los cuatro objetivos del citado PANDU destaca el “establecimiento de los mecanismos de cooperación y colaboración entre Administraciones” (página 5).

2º) Competencias exclusivas autonómicas.

El artículo 148 de la Constitución habilita a las Comunidades Autónomas a asumir, mediante los respectivos estatutos de autonomía, competencias en las siguientes materias:

a) Aeropuertos deportivos y, en general, los que no desarrollen actividades comerciales (artículo 148.1.6ª CE).

b) La gestión en materia de protección del medio ambiente (artículo 148.1.9ª CE).

c) Ordenación del territorio, urbanismo y vivienda (artículo 148.1.3ª CE).

d) La coordinación y demás facultades en relación con las policías locales en los términos que establezca una ley orgánica (artículo 148.1.22ª CE).

La Comunidad de Madrid ha asumido mediante su Estatuto de Autonomía, aprobado mediante la Ley Orgánica 3/1983, de 25 de febrero¹⁴, en los términos previstos en los artículos 147 a 150 de la Constitución, un conjunto amplio de competencias, algunas exclusivas (artículo 26 de su Estatuto), otras de desarrollo normativo (legislativo y reglamentario) y de ejecución de la legislación básica estatal (artículo 27 de su Estatuto), y otras de ejecución de la legislación estatal (artículo 28 de su Estatuto).

En relación con el desarrollo de la UAM y la IAM es necesario distinguir entre las competencias relacionadas con aeropuertos (conforme al artículo 148.1.6ª CE y los artículos 26.1.7 y 28.1.7 Estatuto de Autonomía de Madrid) que están más directamente relacionadas con la aviación civil, de aquellas otras competencias y funciones cuya aplicación es necesaria para el desarrollo de la UAM y la IAM (ordenación del territorio, urbanismo, medio ambiente, entre otras), así como de aquellas otras que pueden verse impactadas por el desarrollo de la UAM y la IAM o se relacionan con los servicios que se podrían llegar a prestar mediante la operación de sistemas de UAS (por

¹³ NOTA: Versión inicial:
https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/aviacion/220208_plan_de_despliegue_u-space_vfinal_acordada.pdf

Versión 2.1 actualizada en octubre de 2024:
https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/aereo/organizacion_sector_aereo/u-space/plan-de-despliegue-u-space_v2.1_definitiva.pdf

¹⁴ NOTA: BOE nº 51, de 01/03/1983. Texto actualizado a 17/07/2010: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1983-6317>

ejemplo, el transporte interhospitalario de órganos en el marco del Sistema Nacional de Trasplantes y de medicinas).

La Comunidad de Madrid tiene atribuidas la competencia exclusiva en las siguientes materias en los términos establecidos en el artículo 26 del Estatuto de Autonomía de la Comunidad de Madrid:

- a) Aeropuertos y helipuertos deportivos, así como los que no desarrollen actividades comerciales (artículo 26.1.7 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- b) Ordenación del territorio, urbanismo y vivienda (artículo 26.1.4 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- c) Coordinación y demás facultades en relación con las policías locales, en los términos que establezca la Ley Orgánica (artículo 26.1.28 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- d) Instalación de producción, distribución y transporte de cualesquiera energías, cuando el transporte no salga de su territorio y su aprovechamiento no afecte a otra Comunidad. Todo ello sin perjuicio de lo establecido en los números 22ª y 25ª del apartado 1 del artículo 149 de la Constitución (artículo 26.1.11 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- e) Servicio meteorológico de la Comunidad de Madrid (artículo 26.1.34 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- f) Patrimonio histórico, artístico, monumental, arqueológico, arquitectónico y científico de interés para la Comunidad, sin perjuicio de la competencia del Estado para la defensa de los mismos contra la exportación y la expoliación (artículo 26.1.19 Estatuto de Autonomía de Madrid). La IAM y la UAM debe regularse garantizando la protección de dicho patrimonio.

En el marco de la legislación básica del Estado y, en su caso, en los términos que la misma establezca, corresponde a la Comunidad de Madrid el desarrollo legislativo, la potestad reglamentaria y la ejecución de las siguientes materias:

- a) Protección del medio ambiente, sin perjuicio de la facultad de la Comunidad de Madrid de establecer normas adicionales de protección (artículo 27.7 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- b) Sanidad e higiene, coordinación hospitalaria y establecimientos farmacéuticos (artículo 27 apartados 4, 5 y 12 respectivamente Estatuto de Autonomía de Madrid).
- c) Espacios naturales protegidos (artículo 27.9 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- d) Bienes de dominio público y patrimoniales cuya titularidad corresponda a la Comunidad, así como las servidumbres públicas en materia de sus competencias (artículo 27.13 Estatuto de Autonomía de Madrid).

Asimismo, corresponde a la Comunidad de Madrid la ejecución de la legislación del Estado en las siguientes materias

- a) Aeropuertos y helipuertos con calificación de interés general cuya gestión directa no se reserve al Estado (artículo 28.1.7 Estatuto de Autonomía de Madrid).
- e) Transporte de mercancías y viajeros que tengan su origen y destino en el territorio de la Comunidad de Madrid, sin perjuicio de la ejecución directa que se reserva el Estado (artículo 28.1.13 Estatuto de Autonomía de Madrid). Esta competencia se refiere al transporte terrestre que se desarrolle íntegramente en el ámbito territorial de dicha Comunidad, en aplicación de los artículos

148.1.5.ª CE y 26.1.6 del Estatuto de Autonomía de Madrid.

En ejercicio de las competencias atribuidas por los artículos 148.1.6ª CE, y 26.1.7 y 28.1.7 del Estatuto de Autonomía de Madrid, la Asamblea de Madrid ha aprobado la Ley 3/2010, de 22 de junio, de instalaciones aeronáuticas de la Comunidad de Madrid¹⁵, que tiene por objeto “regular la autorización, construcción, gestión y el uso de las instalaciones aeronáuticas de la Comunidad de Madrid, así como el régimen de inspección y control de las mismas y de sus servicios complementarios y auxiliares” (artículo 1.1).

El desarrollo de determinados aspectos de la UAM puede exceder del término urbano para satisfacer las necesidades de comunicación aérea dentro de un área metropolitana de una gran ciudad, o incluso comunicar mediante transporte interurbano dos ciudades dentro de la misma provincia o de provincias contiguas dentro de la misma Comunidad Autónoma.

En este sentido, el legislador estatal puede plantearse en el ámbito de la UAM, concretamente en lo relativo al desarrollo de los servicios de transporte mediante “aerotaxis”, analizar la posibilidad de que la normativa estatal pueda atribuir alguna competencia normativa a todas las Comunidades Autónomas o a aquellas que, disponiendo de las capacidades necesarias para ello, así lo soliciten, en cuanto a la regulación de determinados aspectos de un servicio de aerotaxi que se desarrolle íntegramente en el territorio de la Comunidad Autónoma, ya se trate de transporte de aerotaxi urbano o interurbano pero siempre dentro del territorio de la respectiva Comunidad Autónoma.

3º) Competencias de los municipios.

El carácter exclusivo de la competencia normativa estatal en materia aeronáutica facilita y favorece la consecución práctica de la garantía de la unidad de mercado y de la defensa de la competencia, pero no debe olvidarse que es en el término municipal de las ciudades y pueblos donde se va a desarrollar la UAM, donde se va a generar externalidades positivas y negativas para las personas allí residentes o presentes, por lo que el poder normativo en cada caso competente debe considerar y atender a todo ello para garantizar los derechos individuales y la satisfacción de los intereses generales legalmente atribuidos a los municipios.

La implementación del U-space por las autoridades estatales, más allá de la ordenación y gestión del espacio aéreo de las UAS, determina la configuración de la movilidad aérea urbana, incidiendo de forma relevante en las ciudades y en el ejercicio de las competencias municipales propias en materias como el tráfico y la seguridad vial, la movilidad y transporte urbano terrestre (artículo 25.2.g) de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, en adelante LBRL), la seguridad (artículo 25.2.f) de la LBRL), la protección del medio ambiente urbano (artículo 25.2.b) de la LBRL), y las infraestructuras de movilidad de titularidad municipal (artículo 25.2.d) de la LBRL), conforme a la legislación de régimen local especial y general y las legislaciones sectoriales.

El desarrollo de las actividades de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) así como el despliegue del sistema de U-space en el término municipal de Madrid requiere:

1º) Por un lado, del ejercicio por el Ayuntamiento de Madrid de determinadas actuaciones dentro del ámbito competencial exclusivamente municipal, en colaboración con otras Administraciones Públicas en el marco de la coordinación estatal y conforme a la normativa comunitaria de U-space. En este sentido resulta clave el ejercicio municipal de las funciones y competencias en materia de urbanismo, planeamiento, gestión, ejecución y disciplina urbanística, así como de protección y gestión del patrimonio histórico, atribuida por el artículo 25.2.a) de LBRL.

El régimen jurídico para la utilización civil de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), desarrollado por el Real Decreto 517/2024, de 4 de junio, se

15 NOTA: BOCM nº 154, de 29/06/2010, BOE nº 238 de 01/10/2010: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-15029>

establece sin perjuicio de la obligación de dar cumplimiento a los requisitos y medios de intervención administrativa que sean exigibles conforme a la normativa estatal, autonómica y local que en cada caso resulte de aplicación, en particular en materia de seguridad pública, protección de la privacidad y de los datos personales, protección del medio ambiente, seguridad industrial, telecomunicaciones, dominio público radioeléctrico, “en razón de las competencias de otras Administraciones Públicas, estatales, autonómicas o locales, o de la propiedad de los terrenos que vayan a usarse con motivo de la operación” (artículo 1.2 del RD 517/2024).

2º) Por otro, el desarrollo de la IAM y la UAM con arreglo a la normativa aeronáutica estatal, y específicamente la definición de las zonas geográficas de UAS y su designación como espacios aéreos U-space por las autoridades estatales, afecta a determinados intereses generales cuya promoción y defensa ha sido atribuida al Ayuntamiento de Madrid en los términos legalmente previstos, en el ejercicio por éste de determinados títulos competenciales propios, entre los que destacan:

- a) Movilidad y transporte colectivo urbano de viajeros, en virtud de los artículos 25.2.g) de la LBRL, 38 a 40 de la Ley 22/2006, de 4 de julio, de Capitalidad y de Régimen Especial de Madrid (en adelante, LCREM, y 7 del texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado mediante Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el (en adelante, LTSV).
- b) Seguridad, Policía local, protección civil, prevención y extinción de incendios en virtud de los artículos 25.2.f) de la LBRL y 35. 2 y 3 de la LCREM.
- c) Protección del medio ambiente urbano, que incluye la protección contra la contaminación acústica, lumínica y atmosférica, en virtud del artículo 25.2.b) de la LBRL.

Para el desarrollo de la UAM se precisa de la imprescindible colaboración, cooperación y coordinación entre Administraciones Públicas.

El Plan de acción nacional para el despliegue del U-Space 2022-2025 (PANDU), contempla la necesaria transparencia y difusión a “las administraciones autonómicas y locales, ya que el sistema tendrá un marcado carácter urbano”.

Al objeto de facilitar la colaboración y cooperación entre Administraciones Públicas, en aplicación de la disposición adicional segunda de la Ordenanza 10/2021, de 13 de septiembre, por la que se modifica la Ordenanza de Movilidad Sostenible, de 5 de octubre de 2018, el Ayuntamiento de Madrid ha creado la Comisión de Movilidad Aérea Urbana, mediante Decreto del Alcalde de la ciudad de Madrid, de 20 de septiembre de 2023, por el que se regula la composición y funcionamiento de dicha Comisión (BOAM de 22 de septiembre de 2023). El presente Libro Blanco es una de las actividades de la citada Comisión.

El ejercicio de las funciones y competencias municipales resulta relevante para la implementación del U-space, e imprescindible para, desde un perspectiva más amplia e integradora del conjunto de competencias municipales, lograr la integración de la UAM en el marco de la movilidad urbana en su conjunto, de forma plenamente compatible con la garantía de los derechos de los ciudadanos y de los intereses generales cuya promoción ha sido legalmente atribuida al Ayuntamiento de Madrid.

Por ello, el ordenamiento jurídico estatal debe reconocer un marco competencial claro que permita a los municipios participar, en los términos que expresamente prevea la normativa estatal y autonómica, en cuestiones esenciales para facilitar el desarrollo efectivo de la movilidad aérea urbana que afectan a las competencias municipales y a la satisfacción de los intereses generales legalmente atribuidos.

Por ejemplo, en audiencia expresa de los municipios en la definición de las aerovías -atendiendo tanto a las condiciones de seguridad de la población, como de los

posibles impactos sobre la vida de las personas y sobre el medio ambiente urbano (contaminación acústica y del aire, entre otros), o la posibilidad de atribuir a la Policía Municipal de aquellos municipios que por incluirse en la categoría de “gran población” del artículo 121 de la LBRL y de aquellos municipios por razones turísticas, agrícolas, de salvamento en playas y zona costera, u otras vinculadas a sus competencias municipales, dispongan de los medios personales y técnicos, la formación y la experiencia necesaria para desarrollar dicha función en los términos y condiciones que regule la Ley Orgánica 4/2015, de 30 de marzo, de protección de la seguridad ciudadana, incluyendo el control de los riesgos de seguridad que pueden suponer los UAS, sin limitación por peso específico. En este sentido, el propio Real Decreto 517/2024 de UAS ya realiza una remisión expresa a la Ley 4/2015.

Identificación de desarrollos normativos que se precisarían para el desarrollo de la UAM en el ámbito competencial estatal.

El Grupo de trabajo de normativa ha iniciado distintas reflexiones para identificar algunos de los ámbitos materiales en los que el desarrollo de la UAM plantea necesidades y problemas que pueden requerir eventuales soluciones normativas, entendiendo que la normativa, no solamente aeronáutica, que en el futuro pueda aprobarse por el poder o los poderes normativos en cada caso competentes, debería tomar en consideración:

- 1º) El tipo de aeronave no tripulada (UAS) que se va a operar, considerando la normativa sus características técnicas como dimensiones, masa, capacidad de carga, fuente de energía, entre otras.
- 2º) El tipo de infraestructura que, conforme a la normativa aeronáutica estatal requiere para su operación, despegue y aterrizaje y el tipo de sistemas UAS que van a utilizar dichas infraestructuras.
- 3º) El tipo de servicio que presta o actividad que desarrolla la operación UAS: transporte de personas, transporte de mercancías, seguridad y vigilancia, búsqueda y salvamento, protección civil, fotografía y filmación, cartografía, control fitosanitario, inspección técnica de edificios e infraestructuras de obra pública, inspección de arbolado y patrimonio verde, control de plagas y fumigación, entre otros.
- 4º) Los riesgos, no solo de la operación aeronáutica, sino también en el ámbito terrestre y del servicio o actividad desarrollado mediante sistemas UAS, que podría suponer la gestión de la infraestructura y la prestación del servicio o la actividad realizada por la concreta operación de sistemas UAS.
- 5º) Atender al ámbito territorial de las operaciones desarrolladas mediante eVTOL, para considerar el impacto sobre las competencias municipales en la movilidad aérea urbana, y sobre las competencias autonómicas en el caso de la movilidad aérea interurbana, provincial y regional dentro de su respectivo ámbito territorial autonómico;
- 6º) Evaluar el impacto ambiental, asegurando la intervención de las Administraciones Públicas efectivamente afectadas, considerando siempre afectados a los municipios en la MAU y a las Comunidades Autónomas en la movilidad aérea metropolitana e interurbana dentro del ámbito provincial o regional dentro del territorio de la misma Comunidad Autónoma.

A mero título de ejemplo, y sin pretensión de ofrecer un *numerus clausus*, pueden relacionarse las siguientes cuestiones:

- 1º) Regulación del **aseguramiento de los riesgos** frente a terceros que pueda ocasionar el desarrollo de diferentes **actividades mediante UAS y eVTOL**.

Los seguros aéreos tienen por objeto garantizar los riesgos propios de la navegación que afectan a la aeronave, mercancías, pasajeros y flete, así como las responsabilidades derivadas de los daños causados a tercero por la aeronave en tierra, agua o vuelo

conforme a lo previsto en el artículo ciento veintiséis del Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea (BOE de 23 de julio de 1960¹⁶).

Sin perjuicio de obligación de aseguramiento de los daños frente a terceros ocasionados en tierra por aeronaves de menos de 500 kg regulada en la normativa aeronáutica comunitaria y nacional, el desarrollo de determinadas actividades o servicios mediante UAS puede suponer riesgos y llegar a ocasionar daños a personas y bienes que deben estar previamente asegurados para agilizar el tráfico jurídico y asegurar la protección de los derechos personales y patrimoniales de terceros.

El artículo 7.1 del Reglamento (CE) nº 785/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre los requisitos de seguro de las compañías y operadores aéreos (DOUE de 30 de abril de 2004¹⁷), establece, con relación a la responsabilidad con respecto a terceros en tierra, la cobertura mínima de aseguramiento por accidente para cada dron con MTOM¹⁸ de hasta 500 kg, por una cuantía de 750.000 DEG -Derechos Especiales de Giro-¹⁹.

Mientras que la cuantía mínima a cubrir regulada por el artículo 4.1ª del Real Decreto 37/2001, de 19 de enero, por el que se actualiza la cuantía de las indemnizaciones por daños previstas en la Ley 48/1960, de 21 de julio, de Navegación Aérea²⁰, para aeronaves de hasta 500 kilogramos de peso bruto es el importe equivalente en euros de 220.000 DEG, cubriendo los daños que se causen a las personas o a las cosas que se encuentren en la superficie terrestre por la acción de la aeronave, en vuelo o en tierra, o por cuanto de ella se desprenda o arroje.

Por ello se plantea la necesidad de que los poderes normativos competentes, europeo y nacional, analicen la conveniencia y oportunidad de regular un sistema de aseguramiento obligatorio específico de la UAM, que aseguren la responsabilidad de los daños a personas y bienes que pueden ocasionarse, pero fijando cuantías en euros y no en DEG y articulando un sistema eficaz que garantice la pronta y adecuada indemnización de los daños y perjuicios que pudieran haberse causado.

2º) Regular la integración en el planeamiento territorial y urbanístico de las infraestructuras empleadas por los sistemas de UAS, así como el régimen de obras en dichas infraestructuras.

La Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, en su redacción dada al artículo cincuenta y uno por el artículo primero seis de la Ley 8/2025, de 29 de septiembre,²¹ regula los Planes Directores de navegación aérea y de cada aeropuerto de interés general, que definen zonas de servicio, servidumbres y espacios de reserva, incorporando además la evaluación ambiental estratégica.

Por su parte, el artículo cincuenta y uno bis de la citada ley regula la integración de los aeropuertos, sus zonas de servicio, así como las instalaciones y espacios de reserva incluidos en el planeamiento urbanístico como sistema general aeroportuario o de navegación aérea, imponiendo la obligatoria compatibilidad del plan especial o instrumento urbanístico equivalente con el Plan Director de Navegación Aérea.

Por otro lado, el artículo cincuenta y uno ter de la misma Ley sobre navegación

16 NOTA: Texto actualizado a 2 de agosto de 2022: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1960/BOE-A-1960-10905-consolidado.pdf>

17 NOTA: <https://www.boe.es/doue/2004/138/L00001-00006.pdf>

18 NOTA: MTOM: Masa máxima de despegue, que corresponde a una cantidad certificada específica para todos los tipos de aeronaves, como figura en el certificado de aeronavegabilidad de la aeronave.

19 NOTA: Los DEG son una demanda potencial sobre las monedas libremente utilizables de los Estados miembros del Fondo Monetario Internacional (FMI) (el euro, el dólar, el yen, la libra esterlina y el yuan chino), que constituyen unos activos creados en 1969 para completar las reservas de los Estados miembros. Actualmente se regula por el Convenio para la unificación de ciertas reglas para el transporte aéreo internacional, hecho en Montreal el 28 de mayo de 1999 (BOE de 20 de mayo de 2004).

20 NOTA: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2001/BOE-A-2001-2343-consolidado.pdf>

21 NOTA: BOE nº 235, de 30/09/2025. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2025-19339>

Aérea, regula la ejecución de obras y actividades dentro de los sistemas generales aeroportuarios o de navegación aérea, distinguiendo entre:

- a) Las directamente vinculadas con la explotación aeroportuaria o del sistema de navegación aérea, que no están sometidas a los actos de control preventivo municipal previstos en el artículo 84.1.b) de la LBRL, como autorizaciones, permisos o licencias de obra o de primera instalación, funcionamiento o apertura, por constituir actuaciones de interés general.
- b) El resto de obras y actividades, que deben adaptarse al plan especial o instrumento urbanístico equivalente y someterse a informe urbanístico municipal que se entenderá favorable si no se emite en el plazo de un mes. Si no se hubiera aprobado el planeamiento urbanístico, las obras deben adoptarse al plan director regulado en el artículo cincuenta y uno de la misma Ley.

Dando por sentado las diferencias entre un aeropuerto y los distintos tipos de infraestructuras que se prevén para la operación de UAS, se considera que la legislación estatal debe regular específicamente la integración de las infraestructuras necesarias para el despegue, aterrizaje y la operación de sistemas UAS en el planeamiento territorial y urbanístico, así como el régimen de las obras y actividades que se realicen en los mismos, partiendo de la consideración de que habrá infraestructuras para la operación de sistemas UAS de titularidad pública y de titularidad privada, de carácter permanente y temporales, de uso público y de uso particular o restringido, y sobre todo, que la calificación de “interés general”, que implica la competencia exclusiva estatal, debe regularla claramente la legislación estatal porque afecta, no solo a la forma de integración en el planeamiento territorial y urbanístico y el régimen de obras, sino a la propia atribución competencial por el juego de los artículos 149.1.20.ª y 148.1.6.ª CE, en relación con los artículos 26.1.7 (aeropuertos y helipuertos deportivos, así como los que no desarrollen actividades comerciales) y especialmente 28.1.7 (aeropuertos y helipuertos con calificación de interés general cuya gestión directa no se reserve al Estado) del Estatuto de Autonomía de la Comunidad de Madrid.

Todo ello sin perjuicio de la imprescindible garantía de los medios de control preventivo que el artículo 84.1.b), en relación con el artículo 84.bis de la LBRL por razones de orden público, seguridad pública, salud pública o protección del medio ambiente del artículo 84.bis.1.a), y la concurrencia de los riesgos por la potencia eléctrica o energética de la instalación, la capacidad o aforo de la instalación, la contaminación acústica y la existencia de materiales inflamables o contaminantes de las letras a), b) c) y e) del artículo 84.bis.2 de la LBRL, que motivan el sometimiento a licencia municipal de los “vertiports”, que no sean expresamente declarados por las autoridades aeronáuticas estatales como de “interés general”.

3º) La modificación de la **normativa técnica de edificación** (la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación y el Código Técnico de la Edificación Código técnico de edificación, aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo ²²) para regular aquellos requisitos técnicos que deben cumplirse por los edificios de futura construcción, como para los edificios ya construidos, para que pueda autorizarse la posible utilización de las cubiertas de determinados edificios como puntos de despegue y aterrizaje de UAS en función de su masa y categoría. Todo ello sin perjuicio de la necesaria regulación de los requisitos técnicos de edificación adicionales a los requisitos aeronáuticos para la certificación o autorización de los “vertiports” como infraestructura de aeródromo.

4º) La conservación, recarga y manipulación de baterías eléctricas de los UAS y eVTOL exige la disposición de infraestructuras eléctricas dimensionadas para dicha necesidad y la disposición de instalaciones de protección contra incendios. Estas necesidades pueden requerir la necesidad de regular instalaciones de protección de incendios adecuadas a la dificultad de extinguir los incendios de baterías de litio y en la cubierta de edificios, por la elevada carga de fuego y la dificultad de su extinción en elevada altura, así como los riesgos de colapso y derrumbe de los inmuebles

22 NOTA: Texto actualizado a 3 de septiembre de 2025: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2017/BOE-A-2017-6606-consolidado.pdf>

afectados por un eventual incendio de este tipo. A tal efecto se plantea la necesidad de analizar el **Reglamento de instalaciones de protección contra incendios** aprobado mediante Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo (BOE de 12 de junio de 2017²³).

5º) El incremento exponencial de la operación de UAS y la aparición de operadores ajenos a la aeronáutica civil que ven en los UAS un medio adecuado para el desarrollo de nuevos modelos de negocio puede requerir la adaptación a las nuevas realidades que vayan surgiendo, tanto del régimen de infracciones y sanciones como el procedimiento sancionador, planteando la necesidad de evaluar la Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea para asegurar la eficacia, así como regular medidas provisionales y mecanismos eficaces de restablecimiento de la legalidad.

De igual modo puede resultar necesario evaluar el Código Penal aprobado mediante Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre²⁴ y la Ley Orgánica 4/2015, de 30 de marzo, de protección de la seguridad ciudadana²⁵.

Desde un punto de vista no normativo puede resultar necesario reforzar los medios personales y técnicos de vigilancia, instrucción y sanción de este tipo de infracciones.

6º) Regular, mediante norma con rango legal, la posibilidad de establecer limitaciones cuantitativas del uso de UAS y eVTOL cuando resulte necesario en base a razones imperiosas de interés general.

7º) El título V de la Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea (BOE de 8 de julio de 2003)²⁶ regula las infracciones (capítulo 1), sanciones y otras medidas (capítulo 2), la prescripción de ambas (capítulo 3) y el procedimiento sancionador.

Los artículos 43 a 49 de dicha Ley tipifican las infracciones en materia de seguridad de la aviación civil, del transporte y los trabajos aéreas, las asistencia y compensación de viajeros, el transporte aéreo de mercancías peligrosas, la disciplina en cuanto al ruido, al uso y coordinación de los aeropuertos, al control del tráfico aéreo, el ruido, la gestión de la afluencia del tránsito aéreo y la coordinación de franjas horarias.

Algunos de estos preceptos podrían tener un encaje, con una adaptación más o menos intensa, pero hay cuestiones que no resultan aplicables a la UAM, de igual manera que no contempla la regulación de algunos de las situaciones y problemáticas que se van a producir como consecuencia del desarrollo de la IAM y la UAM. Lo que seguramente requerirá una reflexión por el legislador estatal.

Esta regulación debe contemplar la ampliación de los supuestos de responsabilidad regulados en el artículo 52 de la Ley de Seguridad Aérea, con objeto de regular la responsabilidad tanto de pilotos a distancia como la operación plenamente automatizada de UAS, regulando las distintas responsabilidades que pueden concurrir (fabricantes de UAS, fabricantes de sistemas de despegue, vuelo y aterrizaje automatizados, operadores manuales a distancia, así como su interacción frente a otras aeronaves de la aviación convencional).

Dado el carácter absolutamente prioritario que la seguridad supone en la actividad aeronáutica, resulta esencial la regulación de las sanciones accesorias de inhabilitación regulada por el artículo 56.2 de la LSA, y la revocación de licencias, habilitaciones o autorizaciones regulada en el artículo 56.2 segundo párrafo LSA.

Idéntica relevancia tienen las medidas extraordinarias, de competencia de la Dirección General de Aviación Civil, ejercidas por su Director General, de inmovilización de una aeronave y la suspensión de licencias, habilitaciones o autorizaciones cuando se hayan constatado irregularidades que afecten de forma cierta, grave e inmediata

23 NOTA: Normativa constituida por la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación y el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

24 NOTA: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-25444-consolidado.pdf>

25 NOTA: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-3442-consolidado.pdf>

26 NOTA: Actualizada a 2 de agosto de 2024: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-13616-consolidado.pdf>

a la seguridad aérea, que en el caso de UAS y eVTOL podrían requerir algún tipo de adaptación normativa.

Asimismo, se considera la conveniencia y necesidad de analizar la regulación el procedimiento sancionador regulado en los artículos 61 a 67 de la Ley de Seguridad Aérea y evaluar desde la perspectiva de la UAM, para disponer de un procedimiento ágil y adecuado para gestionar un elevado número de procedimientos.

Al margen del procedimiento sancionador y sin perjuicio del mismo, resulta de especial relevancia la regulación de instrumentos legales adecuados para garantizar el restablecimiento de la legalidad, como las medidas provisionales previas, y las medidas restitutorias a su estado anterior (artículo 57.1.a) LSA) y resarcitorias por cuantía igual al valor de los bienes destruidos o el deterioro causado, así como los perjuicios ocasionados (artículo 57.1.b) LSA).

La atribución de la competencia en la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) permite unificar centralizadamente esta función pública esencial, debiendo dotar a dicha entidad de los medios personales y técnicos, las normas y la dotación presupuestaria necesarias para ello.

8º) De igual manera que los vehículos terrestres pueden ser empleados para la comisión de delitos contra la seguridad vial, la seguridad pública, tráfico de sustancias prohibidas, e incluso para la comisión de atentados terroristas, los UAS y eVTOL podrían utilizarse para la comisión de delitos. Por lo que el legislador orgánico podría analizar la posibilidad de introducir determinadas innovaciones en el Código Penal.

9º) La protección de la seguridad ciudadana puede requerir analizar la conveniencia de analizar la Ley Orgánica 4/2015, de 30 de marzo, de protección de la seguridad ciudadana²⁷, cuyo artículo 36.22 tipifica como infracción grave el *“incumplimiento de las restricciones a la navegación a las embarcaciones de alta velocidad y aeronaves ligeras”*.

Sin perjuicio de la habilitación legal de la ocupación temporal de cualesquiera objetos, instrumentos o medios de agresión, “con objeto de prevenir la comisión de cualquier delito, o cuando exista peligro para la seguridad de las personas o de los bienes” del artículo 18.2.2 de la Ley Orgánica de Protección de la Seguridad Ciudadana

10º) Se encuentra en tramitación parlamentaria el proyecto de ley de movilidad sostenible que prevé regular un “sandbox” en el ámbito de la movilidad que, si bien no contempla específicamente la movilidad aérea urbana, podría llegar a emplearse junto con la ordenanza “sandbox” del Ayuntamiento de Madrid para desarrollar pruebas piloto en entornos seguros que ayuden a identificar las utilidades, beneficios y riesgos de eventuales actividades y servicios a desarrollar mediante UAS y eVTOL de cara a evaluar posibles soluciones, tanto no normativas como normativas, y en el caso de estas últimas a facilitar la elaboración de eventuales regulaciones.

11º) El despliegue de la Movilidad Aérea Urbana (UAM) en España exige un marco jurídico adaptado que supere las limitaciones de la normativa actual, concebida principalmente para infraestructuras aeronáuticas convencionales. A nivel estatal, sería preciso impulsar el desarrollo de normativa específica para “vertiports” urbanos y periurbanos, que contemple su diseño, certificación, procedimientos operativos y requisitos de integración con la infraestructura urbana.

Esta regulación debería establecer estándares técnicos y de seguridad diferenciados para operaciones eVTOL y UAS, teniendo en cuenta las particularidades de la operación en entornos urbanos densos.

El despliegue de “vertiports” y nodos UAM implica incidencia en el planeamiento urbano, lo que requiere coordinar la normativa aeronáutica estatal con la legislación urbanística autonómica y el planeamiento urbanístico local.

27 NOTA: Actualizada a 23 de febrero de 2021: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-3442-consolidado.pdf>

En el caso de la Comunidad de Madrid, la Ley 3/2010 y las competencias exclusivas en materia de ordenación del territorio y urbanismo determinan que cualquier proyecto de “vertiport”, en el ámbito de sus competencias, deba contar con su validación.

Asimismo, la Comunidad ejerce competencias sobre instalaciones aeronáuticas que no sean de interés general, incluyendo aeródromos deportivos, helipuertos y otras infraestructuras no comerciales, lo que condiciona la implementación de “vertiports” locales.

Resulta imprescindible articular mecanismos de cooperación y, su caso, coordinación entre el Estado (AESA y Ministerio de Transportes), la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid para garantizar que, dentro de su respectivo ámbito competencial, la normativa sobre “vertiports” se adapte al marco urbanístico local.

Identificación de desarrollos normativos que se precisarían para el desarrollo de la UAM en el ámbito competencial autonómico.

Para garantizar un desarrollo ordenado, seguro y eficiente de la Movilidad Aérea en la Comunidad de Madrid, se identifican los siguientes desarrollos normativos en el marco de las competencias autonómicas:

1º) Regulación en ámbitos autonómicos vinculados a la movilidad aérea

Será necesario adaptar y desarrollar normativa específica en materias que inciden directamente en la implantación de la MAU, entre otros, cabe destacar:

Urbanismo y ordenación del territorio: regulando la normativa de aplicación, con el objetivo de garantizar la compatibilidad del uso del suelo con las infraestructuras aeronáuticas y no aeronáuticas asociadas a este nuevo modo de transporte, dentro del ámbito de competencias de la Comunidad de Madrid.

Instalaciones aeronáuticas (para el uso de UAS): a través de la actualización de la normativa vigente (Ley 3/2010, de 22 de junio, de Instalaciones Aeronáuticas de la Comunidad de Madrid) para incorporar las nuevas instalaciones vinculadas a la movilidad aérea, definiendo los requisitos técnicos, procedimientos de autorización y mecanismos de supervisión que garanticen el cumplimiento normativo, dentro del ámbito de competencias de la Comunidad de Madrid.

Estas regulaciones deberán respetar el marco legal internacional, europeo y estatal, actuando sobre materias de competencia exclusiva de la Comunidad de Madrid.

2º) Desarrollo de una Ley de Movilidad que incluya la movilidad aérea:

La Comunidad de Madrid plantea la posibilidad de impulsar una Ley de Movilidad que dentro de su ámbito competencial incorpore, de forma explícita, la movilidad aérea como parte del ecosistema multimodal de movilidad.

3º) Otros posibles desarrollos normativos que permitan establecer un marco autonómico donde se posibilite:

a) El establecimiento de espacios de prueba y validación

Se considera oportuno definir y habilitar zonas específicas para la experimentación y validación de operaciones con sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), así como impulsar casos de uso innovadores en el territorio autonómico, y en caso de ser necesario, se valoraría la posibilidad de desarrollar el marco normativo que permita su implementación segura y legal.

b) La simplificación administrativa de las solicitudes de operación (ventanilla única)

Se propone reducir la carga burocrática existente actualmente para los operadores de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) a la hora de realizar operaciones en la Comunidad de Madrid. Para ello, será fundamental establecer una ventanilla única que centralice las gestiones y coordinaciones necesarias, según lo dispuesto en el

Real Decreto 517/2024, de 4 de junio, que regula el régimen jurídico de uso civil de los UAS. En caso necesario igualmente, se valoraría la posibilidad de desarrollar un marco normativo que lo agilice.

Identificación de desarrollos normativos que se precisarían para el desarrollo de la UAM en el ámbito competencial municipal.

Sin perjuicio del ejercicio de las competencias municipales legalmente atribuidas en los ámbitos previamente analizados de urbanismo, policía municipal, movilidad y protección del medio ambiente urbano, se considera oportuno identificar los posibles desarrollos normativos siguientes:

1º) Regulación sobre determinadas condiciones y requisitos no aeronáuticos y garantías jurídicas para el ejercicio de funciones municipales mediante el empleo de UAS y eVTOL.

En la línea de las ordenanzas municipales que han aprobado varios municipios para regular el uso de drones, se considera necesario que el Ayuntamiento de Madrid aborde la iniciativa normativa de una ordenanza que regule determinados aspectos de la prestación de servicios o el desarrollo de actuaciones municipales necesarios para la satisfacción de los intereses generales legalmente encomendados.

Aunque el grueso de la regulación serían las operaciones no EASA desarrolladas por la Policía Municipal y otros servicios municipales de emergencia, se prevé incluir la regulación de determinados aspectos no aeronáuticos del uso de drones para el desarrollo de funciones públicas del ámbito EASA.

2º) Regulación municipal de ámbitos materiales necesarios para el desarrollo de la UAM, como la regulación de determinadas normas urbanísticas del planeamiento general²⁸, la redacción y tramitación de planeamiento urbanístico, la regulación de aquellos medios de intervención administrativa que se precisen tanto de control previo (autorizaciones) como posterior (declaraciones responsables y comunicaciones) y la aprobación de las oportunas ordenanzas fiscales.

Dichas normas regularían materias de la exclusiva competencia de los municipios, en el marco de la normativa estatal y autonómica sectorial aplicable, sin perjuicio de la participación de otras Administraciones Públicas como la aprobación autonómica de determinados instrumentos de planificación urbanística en los términos previstos en la legislación del suelo y urbanística (artículo 61 de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid²⁹), y la adopción de las determinaciones medioambientales oportunas conforme a la Ley 2/2002, de 19 de junio, de evaluación ambiental de la Comunidad de Madrid³⁰ y las ordenanzas municipales.

3º) Desarrollo de pruebas prácticas en el entorno controlado de pruebas (**ordenanza “sandbox”**), que se emplearían para la innovación y el perfeccionamiento del ordenamiento municipal.

El Ayuntamiento de Madrid dispone de la Ordenanza 1/2025, de 28 de enero, por la que se regula el entorno controlado de pruebas de proyectos innovadores de la ciudad de Madrid (BOCM nº 36, de 12/02/2025 págs. 119-133³¹), que permite el desarrollo de pruebas temporales de proyectos innovadores en un entorno controlado de carácter temporal en espacios públicos de titularidad municipal en el término municipal de Madrid,

28 NOTA: La Sección Tercera del Capítulo 7.15 Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997 regula las condiciones particulares del uso dotacional para el transporte aéreo, regulando las determinaciones urbanísticas de los aeropuertos, aeródromos y helipuertos en la ciudad de Madrid. Compendio actualizado a 24 de septiembre de 2025: https://transparencia.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCUrbanismo/PGOUM/CompendioNNUU/Compendio_2025_septiembre/_COMPENDIO_MPG_NNUU_24_09_2025.pdf

29 NOTA: BOCM nº 177 de 27/07/2001 y BOE nº 245, de 12/10/2001. Actualizado a 27/12/2024: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-18984>

30 NOTA: BOCM nº 154 de 01/07/2002 y BOE nº 176, de 24/07/2002. Actualizado a 27/12/2024: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-14841>
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2002/BOE-A-2002-14841-consolidado.pdf>

31 NOTA: https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2025/02/12/BOCM-20250212-32.PDF

garantizando la seguridad de las personas y satisfaciendo los principios de igualdad, transparencia y concurrencia, sin perjuicio de la aplicación de las normas europeas, estatales o autonómicas que en cada caso resulten de obligatorio cumplimiento en función del ámbito material de las pruebas a realizar (por lo que el desarrollo de estas pruebas exige cumplir los requisitos y disponer de las autorizaciones exigidas por la normativa comunitaria, nacional y autonómica).

Por tanto, la “ordenanza sandbox” puede permitir el desarrollo de una prueba práctica en el espacio público del término municipal de Madrid, pero el proyecto y su aplicación práctica debe contar con cuantas autorizaciones y requisitos estatales y autonómicas se precisen conforme a las diferentes normativas sectoriales.

La valoración de los resultados de las pruebas se emplea para evaluar la normativa vigente, identificar problemas y necesidades, así como posibles soluciones normativas que perfeccionen el ordenamiento municipal.

4º) Reconocimiento de nuevas competencias municipales vinculadas al despliegue del U-space, entre las que destacan, por un lado, la posibilidad de que el Ayuntamiento de Madrid, conforme al Real Decreto 517/2024, solicite la delimitación de Zonas Geográficas UAS en su término municipal, y, por otro, la potencial consideración del Ayuntamiento como Coordinador del U-space en el ámbito urbano, lo que le permitiría integrar la gestión del espacio aéreo con el ejercicio de sus competencias en materia de seguridad, movilidad, planeamiento urbanístico y protección ambiental.

5.1.1 Conclusiones del Grupo de Trabajo de Normativa

El trabajo desarrollado por el Grupo de Normativa de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana de Madrid ha permitido sentar unas primeras bases sólidas para abordar la futura regulación de esta materia emergente, a través de un análisis exhaustivo de las normativas aplicables en los distintos niveles competenciales: europeo, estatal, autonómico y local.

Se ha constatado la complejidad del marco jurídico aplicable a la movilidad aérea urbana, especialmente en lo relativo a la distribución competencial entre el Estado, la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid, por lo que es imprescindible una coordinación efectiva entre las distintas administraciones públicas implicadas para evitar solapamientos normativos y garantizar la coherencia regulatoria.

Asimismo, se ha identificado la necesidad de establecer mecanismos de colaboración y cooperación, y llevar a cabo las actuaciones que le correspondan en el ejercicio efectivo de las decisiones estatales, y en su caso autonómicas, de coordinación en los términos previstos en la Constitución y el resto del ordenamiento jurídico, de acuerdo con la jurisprudencia constitucional.

Se considera imprescindible disponer de un ordenamiento que garantice la seguridad jurídica - imprescindible para la aplicación práctica por los operadores jurídicos y para el desarrollo de la iniciativa y la inversión privadas necesarias para el desarrollo de la UAM- que, al mismo tiempo, disponga de elementos suficientes de flexibilidad para el desarrollo de pruebas en entornos seguros, y que responda a un esfuerzo continuado de evaluación y perfeccionamiento normativo que permita, con ello, integrar esta nueva modalidad de transporte de forma ordenada, eficiente y sostenible en el conjunto de la movilidad urbana sostenible, estableciendo la necesaria relación entre las dimensiones terrestre y aérea de la movilidad urbana.

Por tanto, se considera prioritario avanzar en los trabajos técnicos y jurídicos propuestos a corto, medio y largo plazo, con el fin de desarrollar un marco normativo que permita al Ayuntamiento de Madrid:

- a) garantizar la satisfacción de los intereses generales legalmente encomendados y ejercer las competencias legalmente atribuidas por la legislación especial y general de régimen local y por los distintos ordenamientos sectoriales;

- b) garantizar, en el estricto ámbito competencial municipal, los derechos individuales que puedan verse impactados por el desarrollo de la UAM;
- c) beneficiarse las funcionalidades y utilidades que supone el empleo de UAS y eVTOL en el desarrollo de las funciones públicas y en el ejercicio de las competencias municipales, tanto mediante “operaciones no EASA” como mediante “operaciones EASA”, con la máxima seguridad jurídica;
- d) ejercer sus competencias legalmente atribuidas en ámbitos no aeronáuticos, que resultan imprescindibles para el desarrollo práctico de la movilidad aérea urbana con plena seguridad jurídica y de forma plenamente coherente con el resto del ordenamiento aplicable, especialmente de la normativa europea y nacional aeronáutica, de seguridad pública, de protección de datos de carácter personal, y medio ambiental, entre otras materias.

5.1.2 Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo

Acciones transversales durante todo el periodo

- Evaluar la normativa municipal vigente en cada momento a efectos de identificar problemas, necesidades y posibles mejoras.
- Plantear un calendario normativo, en el que se identifiquen las ordenanzas municipales vigentes o posibles que el Ayuntamiento de Madrid considere necesario modificar o aprobar ex novo, y evaluar con periodicidad plurianual su evolución en los términos del párrafo anterior
- Incluir las modificaciones normativas en el Plan normativo del Ayuntamiento de Madrid de cada legislatura.

Acciones a Corto Plazo (0-2 años)

- Realizar un análisis detallado de la distribución competencial, identificando las competencias constitucional y legalmente atribuidas al Estado y a la Comunidad de Madrid, y las atribuidas legalmente al Ayuntamiento de Madrid.
- Redactar una propuesta motivada de marco competencial en el que se identificarán las competencias que, conforme a los principios de subsidiariedad, eficacia y eficiencia, sería razonable que la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid ejercieran para el desarrollo de la movilidad aérea urbana, en los términos que el Estado considere y determine.
- Realizar un análisis detallado del ordenamiento jurídico vigente en materia de movilidad aérea urbana.
- Identificar las materias sobre las que sería necesaria la aprobación de normas, identificando el poder normativo competente para su aprobación.
- Realizar un seguimiento de la evolución de los proyectos normativos comunitarios y estatales. Si fuera posible, el seguimiento se extendería a los proyectos normativos internacionales que puedan afectar a la movilidad aérea urbana.
- Participar en los trámites de información pública de los proyectos normativos relacionados con la movilidad aérea urbana que se tramiten en el futuro por las autoridades comunitarias, nacionales y, en su caso, autonómicas, mediante la formulación de observaciones y en, su caso, mediante la participación en trámites cualificados de audiencia.
- Identificar aquellos colectivos o asociaciones que, por su especial implicación en el desarrollo de la movilidad aérea urbana, por su afección a intereses que las asociaciones defiendan o promuevan, o por su especial afección a sus derechos o intereses legítimos, pueda ser considerados a la hora de celebrar reuniones preparatorias de cara a la futura redacción de una eventual ordenanza.
- Incluir en el Plan normativo del Ayuntamiento de Madrid la previsión de aprobación de una ordenanza reguladora del uso de UAS por el Ayuntamiento de Madrid y

plantear la posible modificación de las normas urbanísticas del planeamiento urbano estratégico y general.

Acciones a Medio Plazo (2-5 años)

- Redactar, tramitar y someter a información pública un proyecto de ordenanza que regule el uso de UAS por el Ayuntamiento de Madrid, que dé cobertura jurídica al uso de los diferentes tipos de UAS por los servicios municipales, en operaciones EASA y no EASA (Policía Municipal, emergencias, etc.). Se propone que dicho proyecto normativo se eleve a la aprobación, en su caso, del Pleno del Ayuntamiento de Madrid.
- Atendiendo a la evolución normativa que se produzca en los próximos años, y en función de las competencias que en ese momento tenga legalmente atribuidas o delegadas el Ayuntamiento de Madrid, si se produjera la atribución competencial para ello, iniciar la redacción, tramitación y sometimiento a información pública de un proyecto de ordenanza que regula la movilidad aérea urbana, en el ámbito competencial municipal, y conforme a la normativa europea, nacional y autonómica que resulte de aplicación.
- Redactar, tramitar y someter a información pública los proyectos de ordenanzas que se requieran, como ordenanzas fiscales y la aprobación de precios públicos.
- Analizar las modificaciones de la normativa urbanística municipal, conforme evolucione la normativa estatal aeronáutica y autonómica del suelo y urbanística.

Acciones a Largo Plazo (5-10 años)

- Adaptar la futura ordenanza reguladora del uso de UAS por el Ayuntamiento de Madrid a los cambios normativos comunitarios, nacionales o autonómicos que se hubieran producido desde su aprobación, así como las mejoras de técnica normativa y de regulación que se deriven como consecuencia de la valoración ex post de los resultados de su aplicación.
- Adaptar, en su caso, las Normas Urbanísticas del PGOU.

Redactar, tramitar y someter a información pública los proyectos de ordenanzas que se requieran, como ordenanzas fiscales y la aprobación de precios públicos.

5.2 Grupo 2. Seguridad

El Grupo de Seguridad se encarga de garantizar que la movilidad aérea urbana se despliegue bajo estrictos estándares de protección ciudadana. Su labor principal es identificar y establecer zonas de exclusión aérea, protocolos de emergencia y medidas preventivas frente a incidentes que puedan afectar tanto a las personas como a la infraestructura urbana. Dada la complejidad de operar aeronaves no tripuladas sobre una ciudad densa como Madrid, este grupo desempeña un papel esencial en la minimización de riesgos.

Igualmente, el grupo desarrolla escenarios de respuesta ante contingencias como fallos técnicos, accesos no autorizados o amenazas deliberadas. Para ello, colabora estrechamente con cuerpos de seguridad, servicios de emergencia y expertos en ciberseguridad. Este enfoque integral busca proteger tanto el espacio físico como el digital del ecosistema aéreo urbano, reforzando la confianza ciudadana en su implementación.

En resumen, los objetivos del grupo son los siguientes:

- Definición de los requisitos de seguridad de los vuelos.
- Definición de zonas de exclusión.
- Definición de protocolos de actuación ante brechas de seguridad.

La recopilación del trabajo se estructura en siete bloques, dentro de los cuales se han definido medidas, se han detectado carencias normativas y operativas, y se han formulado propuestas específicas.

Procedimiento sancionador

En lo que respecta al procedimiento sancionador, el grupo de trabajo ha identificado dos líneas de acción fundamentales para reforzar la capacidad sancionadora del Ayuntamiento ante conductas contrarias a la normativa vigente en materia de UAS.

Por un lado, se considera indispensable que la Policía Municipal disponga de una identidad administrativa propia y diferenciada, que le permita actuar con autonomía y eficacia en la tramitación de expedientes sancionadores ante la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Esta identidad administrativa garantizaría tanto la trazabilidad como la agilidad en el proceso, dotando a la corporación local de una herramienta formal para ejercer su competencia en el control del espacio aéreo urbano.

Por otro lado, se planteó la necesidad de elaborar un formulario estandarizado para las actas de denuncia, diseñado conforme a los requisitos de la normativa europea, que recoja de forma sistemática todos los elementos necesarios para el inicio de un procedimiento sancionador. Este formulario no solo unificaría criterios de actuación entre los agentes responsables, sino que también facilitaría su integración con los sistemas nacionales de interconexión de registros, permitiendo una gestión automatizada y coherente de las denuncias emitidas en el marco de la movilidad aérea urbana.

Agilización de Trámites Administrativos

En relación con la agilización de los trámites administrativos, el grupo de trabajo ha remarcado la importancia de que el Ayuntamiento de Madrid ejerza un papel activo en la gestión del espacio aéreo que afecta a su demarcación territorial. Para ello, resulta fundamental que el consistorio cuente con acceso prioritario y en tiempo real a las principales bases de datos nacionales que concentran información crítica sobre vuelos autorizados, operadores registrados y características de las aeronaves no tripuladas. Esta información es vital para planificar, autorizar o intervenir operaciones con UAS dentro del municipio.

Asimismo, se ha puesto énfasis en la necesidad de que toda operación de vuelo comunicada al Ministerio del Interior, especialmente aquellas que afecten al espacio urbano de Madrid, sea automáticamente notificada a la Dirección General de la Policía Municipal. Este procedimiento automatizado evitaría la duplicación de comunicaciones administrativas y reforzaría el principio de unidad de información, permitiendo a las autoridades locales actuar con eficacia y conocimiento de causa.

Otro aspecto crítico abordado en este bloque es el acceso a los sistemas de Identificación Remota Directa (D.R.I.).

Aunque parte de esta información ya está disponible de forma pública, el grupo considera indispensable que el Ayuntamiento, a través de sus cuerpos de seguridad, pueda acceder también a los datos reservados que permiten la identificación completa de los operadores, aeronaves, trayectorias y finalidades del vuelo. Este nivel de acceso, reservado actualmente a cuerpos con competencias nacionales, se considera esencial para garantizar un entorno urbano seguro y controlado, donde la presencia de aeronaves no tripuladas pueda ser supervisada de forma efectiva por la administración local.

En conjunto, estas medidas tienen por objetivo dotar al Ayuntamiento de una capacidad operativa real para gestionar, supervisar y, si fuera necesario, intervenir en las operaciones con UAS dentro del entorno urbano, garantizando que la normativa se cumpla y que los recursos municipales puedan actuar en consonancia con los marcos normativos nacionales y europeos.

Supervisión de Infraestructuras

En el bloque referido a la supervisión de infraestructuras destinadas a la movilidad aérea urbana, el grupo de trabajo ha abordado en profundidad la necesidad de establecer un marco claro de regulación, inspección y control para las nuevas instalaciones que albergarán operaciones con UAS. Se ha trabajado en la clasificación y caracterización de las tipologías más relevantes, diferenciando entre “vertiports”, destinados principalmente para aeronaves eVTOL con objeto de transporte de pasajeros o mercancías, destacando dentro de ellos los Vertistops, Vertihubs o Dronehubs; los Dronepads, concebidos como plataforma o superficie específica para drones, normalmente portátil y de pequeño tamaño; y Sistemas Drone-in-a-box o nidos, soluciones autónomas que permiten operaciones continuas y remotas sin intervención humana directa con aplicaciones variadas y uso de drones ligeros, donde destacan los “lockers”, diseñados para la entrega automatizada de paquetes en la última milla. Esta diferenciación resulta clave para adaptar los requisitos normativos, operativos y de seguridad a las funciones específicas de cada tipo de infraestructura.

Fruto de este trabajo, se ha elaborado un primer borrador de protocolo de inspección, que recoge los aspectos técnicos, administrativos y operativos que deberán ser verificados por la autoridad competente en cada revisión. Este protocolo está siendo afinado y validado por los miembros del grupo con vistas a su implantación en una fase piloto.

En paralelo, se ha avanzado en la definición del régimen de licencias municipales aplicable a este tipo de infraestructuras. Se ha discutido la conveniencia de diferenciar entre licencias urbanísticas, declaraciones responsables y autorizaciones técnicas específicas, en función del tipo de infraestructura, su titularidad (pública o privada) y el grado de riesgo operativo. Se contempla, por ejemplo, que los “vertiports” de titularidad pública requieran informes preceptivos de cuerpos como Bomberos o Policía Municipal, mientras que los “lockers” podrían ser habilitados mediante declaración responsable bajo ciertos requisitos.

Un aspecto especialmente relevante ha sido el reconocimiento de la necesidad de fiscalizar no solo las instalaciones públicas, sino también las de titularidad privada que ofrezcan servicios de carácter público o que generen impacto sobre el entorno urbano. En este sentido, se ha debatido la supervisión de instalaciones situadas en azoteas de edificios corporativos o logísticos, donde podrían operar drones para entregas comerciales.

En estos casos, se han identificado elementos clave a controlar a incluir en el protocolo de inspección antes mencionado, como: el almacenamiento seguro de baterías (incluidos protocolos frente a riesgos eléctricos o de incendio), la adecuada señalización y balizamiento de las zonas de operación, la existencia de áreas delimitadas para manipulación de mercancías, la disponibilidad de sistemas de recarga, la trazabilidad del mantenimiento de las aeronaves y los sistemas de control, así como la capacitación y autorización del personal responsable de las operaciones. Remarcar la necesidad de coordinación entre las distintas autoridades competentes para asegurar una correcta supervisión de las infraestructuras a todos los niveles, diferenciando entre la dimensión aeronáutica (de competencia estatal o autonómica en cada caso) y las competencias municipales en materia urbanística y de edificación.

Esta visión integral y preventiva busca asegurar que todas las infraestructuras asociadas a la movilidad aérea urbana, sin importar su titularidad, cumplan con estándares mínimos de seguridad, sostenibilidad y legalidad, garantizando la protección tanto de los usuarios como de los ciudadanos del entorno urbano donde se desarrollen las operaciones.

Gestión y Coordinación del Espacio Aéreo Urbano

En el apartado dedicado a la coordinación con aeródromos e infraestructuras aeronáuticas, el grupo de trabajo ha reconocido la necesidad de establecer un sistema dinámico, transparente y continuo de intercambio de información entre los Ayuntamientos y los operadores del espacio aéreo. Esta coordinación no solo debe contemplar a aeródromos próximos al área metropolitana, sino también a proveedores de servicios como ENAIRE, entidades responsables del despliegue del ecosistema

U-space y los cuerpos de seguridad con competencias aeronáuticas.

Se considera prioritario implementar protocolos operativos que permitan compartir datos en tiempo real sobre las operaciones de UAS, incluyendo aquellas que puedan interferir o cruzarse con rutas aéreas convencionales. Con ello, se pretende evitar situaciones de riesgo, minimizar incidentes y garantizar la fluidez del tráfico aéreo urbano y periférico. Además, el grupo ha planteado que, hasta la implantación plena del U-space y de los sistemas de identificación remota avanzada (D.R.I.), es esencial que las autoridades locales puedan acceder a herramientas que ofrezcan una monitorización integral de todas las aeronaves no tripuladas en vuelo, tanto colaborativas como no colaborativas.

En este contexto, se ha propuesto la participación activa del Ayuntamiento en el Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-space (PANDU), asegurando su integración en el diseño, aprobación y gestión de volúmenes de espacio aéreo urbano. Esta participación permitiría al consistorio actuar como enlace directo con los USSP (U-space Service Providers), validando planes de vuelo y estableciendo restricciones o condiciones según las circunstancias de seguridad ciudadana o la planificación urbanística.

Asimismo, se ha discutido la necesidad de establecer procedimientos claros de intervención ante incidentes con aeronaves no autorizadas, incluyendo planes de mitigación de amenazas y protocolos de respuesta ante accidentes con daños a personas, bienes o infraestructuras. Estos procedimientos deberán estar articulados entre los operadores del espacio aéreo, la Policía Municipal y los cuerpos de emergencia, previendo escenarios críticos como caída de drones en zonas peatonales, incendios provocados por baterías de litio, o interferencias con eventos masivos. De igual manera, será indispensable contemplar protocolos de evacuación específicos que permitan una respuesta rápida y ordenada en caso de incidente o accidente, minimizando riesgos adicionales para la población afectada.

Por último, el grupo ha resaltado la conveniencia de definir zonas de exclusión aérea variables, que puedan activarse o desactivarse según el contexto (eventos, meteorología adversa, visitas oficiales, incendios forestales, etc.). Se ha propuesto que estas zonas sean gestionadas mediante un sistema automatizado de notificación a los operadores UAS, y que su delimitación cuente con la aprobación municipal como autoridad competente en el ámbito urbano. Esta visión permitirá dotar al municipio de una capacidad real de control y gestión del espacio aéreo que se superpone con la vida urbana y las infraestructuras críticas de la ciudad.

Sistema de Información de Vuelos

En cuanto al sistema de información de vuelos, el grupo de trabajo ha subrayado la importancia de dotar a los Ayuntamientos de herramientas digitales avanzadas que les permitan una gestión proactiva, segura y eficaz del espacio aéreo urbano. En un entorno tan dinámico como ciudades de alta densidad de población, donde confluyen vuelos recreativos, logísticos, de servicios públicos y potenciales emergencias, se hace imprescindible contar con sistemas que integren y visualicen en tiempo real la información relativa a las operaciones con UAS.

Uno de los principales objetivos identificados es lograr que el consistorio tenga acceso directo y continuo a plataformas de gestión de tráfico aéreo específicas para aeronaves no tripuladas. Esta demanda incluye tanto los sistemas actuales como los futuros desarrollos asociados al ecosistema U-space, en particular aquellos que proveen servicios de visualización estratégica, autorizaciones dinámicas, monitorización de rutas y alertas de seguridad. En este contexto, se considera fundamental que el Ayuntamiento establezca acuerdos de colaboración con los USSP habilitados para asegurar su acceso a la información crítica del espacio aéreo local.

El grupo ha planteado también la necesidad de desarrollar una herramienta municipal específica de control de vuelos que permita la visualización detallada de rutas, identificación de aeronaves, trazabilidad de operadores y "geofencing" urbano, es decir, la definición digital de perímetros y zonas de exclusión aérea. Esta plataforma

debería estar diseñada bajo principios de interoperabilidad con los sistemas estatales y europeos, integrando funcionalidades de alerta temprana, validación de planes de vuelo, control de cumplimiento normativo y notificación automática ante incidencias o violaciones de espacio restringido.

Además, se ha discutido la creación de una ordenanza municipal que regule de forma detallada el uso del espacio urbano, las condiciones para la operación de aeronaves no tripuladas y la aplicación de tasas administrativas diferenciadas en función del nivel de riesgo, tipo de operador, zona de vuelo y finalidad de la operación. Esta regulación permitiría dotar al Ayuntamiento de mayor capacidad de control y recaudación, al mismo tiempo que fomentaría el cumplimiento normativo entre los operadores privados y públicos.

En definitiva, el desarrollo y consolidación de un sistema de información de vuelos gestionado, o al menos monitorizado, desde la administración municipal es una condición clave para garantizar que la movilidad aérea urbana se despliegue con garantías de seguridad, coordinación institucional y protección del espacio público.

Operaciones de UAS Municipales

En cuanto a las operaciones de UAS municipales, el grupo ha trabajado con especial atención en la identificación de las necesidades actuales y futuras de los distintos departamentos del Ayuntamiento que ya emplean, o tienen intención de emplear, aeronaves no tripuladas como parte de sus servicios públicos. Esta labor ha revelado la existencia de un número creciente de aplicaciones operativas, desde el control ambiental y la inspección de infraestructuras, hasta la supervisión de eventos masivos o la asistencia a emergencias por parte de los cuerpos de seguridad y protección civil.

Frente a esta realidad, se ha planteado como prioridad la creación de un modelo de gobernanza operativo que permita estandarizar y coordinar estas actividades dentro del marco normativo vigente. Para ello, se ha propuesto establecer un sistema de roles bien definidos, que incluya perfiles como operador autorizado, supervisor técnico, gestor administrativo de licencias, coordinador de seguridad aérea y responsable de mantenimiento. Esta estandarización no solo facilitaría la operatividad y trazabilidad de cada vuelo, sino que permitiría aplicar procedimientos de calidad y control comunes a todas las áreas del Ayuntamiento, bajo la supervisión y control de la Dirección General de la Policía Municipal de Madrid (DGPM).

Asimismo, se ha identificado la necesidad de establecer un registro municipal de operaciones UAS, donde se inscriban todas las misiones autorizadas, los responsables, los equipos utilizados y los objetivos de cada intervención. Este registro actuaría como base documental tanto para la rendición de cuentas como para la planificación estratégica de futuras capacidades operativas.

Otro aspecto de relevancia abordado ha sido el desarrollo de protocolos de actuación ante emergencias, con el fin de garantizar una respuesta rápida, coordinada y eficaz. Estos protocolos deberán contemplar situaciones de despliegue inmediato (por ejemplo, en incendios, accidentes o evacuaciones), así como escenarios complejos en los que sea necesario integrar la operación con otras fuerzas de seguridad, cuerpos de emergencia o instituciones autonómicas y estatales.

Adicionalmente, se ha resaltado la necesidad de garantizar la formación continua del personal municipal implicado en la operativa con UAS. Esta formación debería incluir tanto contenidos técnicos y reglamentarios como entrenamiento práctico y simulacros, asegurando que las unidades municipales operen de acuerdo con los estándares más exigentes de seguridad, eficiencia y legalidad.

En resumen, el desarrollo de las operaciones de UAS municipales requiere de una planificación transversal que abarque desde la capacitación del personal hasta la normalización de roles, la interoperabilidad entre servicios y la formalización de canales de comunicación e intervención conjunta. Estas medidas permitirán consolidar el uso de drones como una herramienta estratégica de gestión pública, alineada con la evolución normativa y tecnológica de la movilidad aérea urbana.

Frecuencias de Comunicación

En relación con el apartado de frecuencias de comunicación, el grupo de trabajo ha abordado una cuestión fundamental para la operatividad segura y eficaz de las aeronaves no tripuladas: la gestión del espectro radioeléctrico utilizado en las comunicaciones entre operadores, drones y centros de control. En un entorno urbano denso y tecnológicamente complejo, garantizar la integridad de las comunicaciones es una condición esencial para evitar interferencias, pérdidas de señal o interrupciones que puedan comprometer la seguridad de las operaciones.

El grupo ha identificado la necesidad de establecer frecuencias específicas y protegidas para aquellas operaciones realizadas por servicios municipales y cuerpos de emergencia, tales como Policía Municipal, Bomberos o emergencias médicas. Estas frecuencias dedicadas permitirían asegurar la continuidad de las comunicaciones en situaciones críticas, donde cualquier fallo en la transmisión de datos, vídeo o control remoto podría tener consecuencias graves. A diferencia de las frecuencias de uso general, estas bandas protegidas estarían reservadas para usos prioritarios y supervisadas mediante protocolos de calidad y verificación periódica.

Asimismo, se ha planteado que la asignación de frecuencias debería estar coordinada con la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones, y que las operadoras de red y fabricantes de UAS puedan adaptarse a este marco mediante homologaciones específicas. Esta colaboración institucional facilitaría la creación de un entorno normativo sólido que ampare jurídicamente el uso exclusivo de frecuencias en determinadas franjas del espectro, minimizando los riesgos de colisión electromagnética.

Además, se ha considerado conveniente desarrollar sistemas de redundancia y respaldo que garanticen la continuidad de las operaciones incluso ante un eventual fallo en la frecuencia principal. Estos sistemas de respaldo incluirían canales alternativos encriptados y mecanismos de conmutación automática, especialmente en aeronaves que prestan servicio en zonas sensibles o que transportan cargas críticas.

Finalmente, el grupo ha recomendado que, en paralelo a la implementación técnica, se promueva la formación específica del personal operador y supervisor sobre el uso adecuado de frecuencias, gestión de interferencias, mantenimiento de equipos de transmisión y cumplimiento de la normativa vigente. Este enfoque preventivo y formativo será clave para asegurar un uso responsable del espectro y para anticiparse a posibles conflictos técnicos derivados del crecimiento exponencial de dispositivos conectados en el espacio urbano.

5.2.1 Conclusiones del Grupo de Trabajo de Seguridad

El análisis llevado a cabo por el Grupo de Trabajo de Seguridad ha puesto de manifiesto una serie de conclusiones fundamentales que estructuran una visión estratégica sobre los retos y necesidades que afronta el Ayuntamiento de Madrid en el despliegue de la movilidad aérea urbana.

Necesidad urgente de gobernanza local

Una de las principales conclusiones, en línea con los bloques dedicados a las operaciones de UAS municipales y al procedimiento sancionador, es que los ayuntamientos deben asumir un papel operativo dentro del ecosistema U-space. Esto implica definir competencias locales claras, establecer canales formales de actuación con otros actores (ENAI, AESA, USSP, Comunidad de Madrid), y crear estructuras organizativas internas con roles definidos, procedimientos propios y tecnología de soporte.

Coordinación interadministrativa insuficiente

A partir del trabajo realizado en los bloques de agilización de trámites y coordinación con aeródromos, se ha evidenciado una duplicidad de comunicaciones entre administraciones y un déficit en el acceso a información crítica por parte de las autoridades municipales. Resulta urgente implementar mecanismos de cooperación

y protocolos compartidos que permitan a Madrid tener una visión integral del espacio aéreo que le compete.

Falta de regulación local

La inexistencia de una ordenanza municipal específica sobre movilidad aérea urbana genera inseguridad jurídica y limita la capacidad del consistorio para regular el uso del espacio aéreo urbano, imponer tasas o gestionar licencias. Desde los bloques sobre infraestructura, operaciones y sistema de información de vuelos, se ha subrayado la urgencia de desarrollar una normativa propia que articule todos estos elementos desde el ámbito local.

Necesidad de herramientas digitales e integrada

El despliegue seguro y eficiente de la movilidad aérea urbana requiere que el Ayuntamiento cuente con plataformas tecnológicas avanzadas. Estas herramientas deben permitir visualizar en tiempo real los vuelos autorizados, gestionar identificaciones remotas (D.R.I.), controlar zonas restringidas y emitir alertas. Su desarrollo es una prioridad extraída de los bloques de sistema de información de vuelos y coordinación operativa.

Gestores locales sin recursos técnicos adecuados

Actualmente, los servicios municipales carecen de la infraestructura técnica y los medios tecnológicos para detectar, supervisar o actuar ante incidentes con UAS. Esta carencia, observada especialmente en los bloques de fiscalización de infraestructuras y frecuencias de comunicación, supone un riesgo para la seguridad ciudadana y debe ser atendida mediante inversión pública y transferencia de capacidades desde los niveles superiores de la administración.

Relevancia de la formación y protocolos comunes

Finalmente, se ha constatado la necesidad de establecer un marco formativo común para todas las áreas municipales implicadas en la gestión o uso de drones. Desde la supervisión de infraestructuras hasta la respuesta ante emergencias, cada intervención debe basarse en procedimientos armonizados, sistemas interoperables y personal adecuadamente capacitado. Este aspecto ha sido transversal en todos los bloques analizados.

Estas conclusiones constituyen una hoja de ruta inicial para la transformación institucional necesaria de cara a su integración efectiva en un nuevo modelo de movilidad aérea urbana segura, sostenible y bien gestionada.

5.2.2 Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo

Acciones a Corto Plazo (0-2 Años)

- Creación de una unidad especializada en la gestión de la Movilidad Aérea Urbana dentro de la Sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal de Madrid.
- Creación de un grupo de expertos que guíen al Ayuntamiento hacia una implementación segura de la movilidad aérea innovadora.
- Elaboración y aprobación de un protocolo de inspección de infraestructuras ("vertiports", dronepads, dron-in-a-box) que aborde aspectos técnicos, administrativos y operativos que deberán ser verificados por la autoridad competente en cada revisión.
- Acceso directo a bases de datos de vuelos del Ministerio del Interior.
- Redacción de formularios únicos de notificación y sanciones.
- Inicio de procesos de consulta con ENAIRE y USSP para preparación del U-space.

Acciones a Medio Plazo (2-5 años)

- Redacción y aprobación de una Ordenanza Municipal sobre movilidad aérea urbana.
- Desarrollo de una herramienta digital de control de vuelos con visualización de rutas y geofencing.
- Establecimiento de frecuencias exclusivas para UAS de emergencias.
- Participación formal en el Plan Nacional de U-space (PANDU).
- Creación de zonas de exclusión dinámica (eventos, incendios, visitas oficiales).
- Campañas de formación interna y capacitación de inspectores municipales para cumplir con las funciones competencia del Ayuntamiento en el marco del protocolo de inspección de infraestructuras.

Acciones a Largo Plazo (5-10 años)

- Integración plena como proveedor local de servicios USSP o contratación de uno.
- Consolidación de un sistema municipal de detección, gestión y control de UAS.
- Coordinación con aeródromos y espacio aéreo regional en entorno metropolitano.
- Desarrollo de infraestructuras específicas de observación, control y emergencia aérea.
- Revisión integral de zonas de vuelo seguras, corredores y planes de evacuación.
- Consolidación de protocolos de actuación ante accidentes de aeronaves UAS.

5.3 Grupo 3. Operaciones

El Grupo de Operación aborda todos los aspectos técnicos y logísticos que permitirán hacer realidad los vuelos urbanos con drones y otras aeronaves no tripuladas. Su misión es definir los requisitos operativos necesarios para que estos vuelos se desarrollen de manera segura, eficiente y coordinada con el resto de la movilidad urbana. Esto incluye desde las rutas de vuelo y las condiciones meteorológicas hasta la planificación de operaciones especiales o de emergencia.

Una de sus funciones clave es la coordinación con proveedores de servicios de navegación aérea, como ENAIRE, para integrar los vuelos de baja altitud en el espacio aéreo existente sin interferencias. Además, este grupo explora tecnologías y plataformas para la gestión automatizada del tráfico aéreo urbano (U-space), que permitan el control en tiempo real y la trazabilidad de los vuelos. Su trabajo será determinante para que el sistema sea operativamente viable.

En resumen, los objetivos del grupo son los siguientes:

- Definición de los requisitos operativos.
- Interlocución con los proveedores de navegación aérea.
- Definición de procedimientos operativos de seguridad y emergencias ante incidencias.

Este resumen documental sintetiza los principales bloques temáticos abordados durante los trabajos del grupo, destacando los elementos normativos, operativos, estratégicos y tecnológicos que resultan fundamentales para el despliegue de estas operaciones.

Estado actual de la operativa con drones en Madrid

En la actualidad, las operaciones con drones dentro del término municipal de Madrid se producen de forma puntual, con escasa coordinación institucional y sin una estrategia común que permita su desarrollo a medio o largo plazo. Las autorizaciones existentes, generalmente ligadas a usos como rodajes audiovisuales o inspecciones técnicas,

son gestionadas por distintas áreas del Ayuntamiento de forma aislada, con criterios que no siempre responden a una visión integral del riesgo operativo. Por ejemplo, el procedimiento habitual implica el otorgamiento de una autorización de ocupación de la vía pública para una superficie de 50 m², sin que ello garantice la trazabilidad completa del vuelo ni la coordinación previa con ENAIRE u otros gestores del espacio aéreo.

La comunicación entre el Ayuntamiento y la Policía Municipal en relación con estas operaciones se limita a una notificación de los permisos concedidos, sin un sistema digital que permita el seguimiento en tiempo real, la planificación integrada ni la recopilación sistemática de datos sobre el número, tipo y ubicación de los vuelos realizados. Esta situación evidencia la necesidad de revisar los procedimientos actuales y avanzar hacia una mayor coordinación interadministrativa, que facilite el despliegue seguro y eficiente de operaciones recurrentes.

Visión estratégica y competencias municipales

Desde una perspectiva estratégica, el Ayuntamiento de Madrid se plantea como un actor facilitador del desarrollo de la movilidad aérea urbana, sin asumir competencias aeronáuticas directas, pero sí asumiendo un papel central en la habilitación del espacio público y en la gestión del riesgo terrestre asociado a estas operaciones. Esta posición implica trabajar activamente en la definición de normativas municipales, en el diseño de procesos de autorización coherentes con el marco regulatorio europeo, y en la coordinación con entidades como ENAIRE, AESA y los futuros proveedores de servicios U-space.

Una de las claves de esta visión es delimitar claramente el ámbito de responsabilidad municipal. El Ayuntamiento debe centrarse en la evaluación y mitigación del riesgo para las personas y bienes en tierra, dejando la gestión del riesgo en aire a los operadores de vuelo y a las autoridades aeronáuticas competentes. Para cumplir con este objetivo, resulta imprescindible conocer en detalle los plazos, criterios y capacidades operativas de los actores nacionales, así como establecer mecanismos de colaboración estables que garanticen la interoperabilidad de los sistemas técnicos y administrativos.

Casos de uso viables y tecnologías asociadas

A lo largo del trabajo del grupo se han identificado una serie de casos de uso con alto potencial de implantación a corto y medio plazo, especialmente aquellos que pueden ser liderados directamente por servicios municipales. Entre los más relevantes se encuentran la vigilancia policial mediante sistemas autónomos de despegue y aterrizaje (nidos de drones), el control y supervisión del estado de infraestructuras como puentes, pavimentos o fachadas, la monitorización ambiental y forestal en zonas urbanas y periurbanas, así como el control de tráfico y la detección de vertidos ilegales en instalaciones.

Para hacer viable la implementación de estos casos de uso, se requiere la incorporación de tecnologías específicas como sistemas de detección de colisiones, identificación remota de aeronaves, enlaces de comunicación C2 fiables en entornos urbanos complejos, y plataformas de servicios U-space tanto en su versión básica (U1-U2) como avanzada (U3-U4). Además, es necesario establecer escenarios operativos estándar para cada caso de uso, clasificando las operaciones en función de su nivel de riesgo (SAIL I-VI) y permitiendo una evaluación adecuada por parte de las autoridades competentes.

Clasificación de las operaciones

Las operaciones aéreas urbanas pueden clasificarse desde dos enfoques complementarios: por tipo de aeronave (tripulada o no tripulada) y por categoría normativa (abierta, específica o certificada). En el caso de las aeronaves tripuladas, como los eVTOL, se prevé que estas requieran certificación conforme a la normativa de aviación civil, siguiendo estándares similares a los de los helicópteros. Estos vehículos podrán prestar servicios de emergencias, transporte médico, logística o incluso aerotaxi, si bien su implantación en el entorno urbano se proyecta a largo plazo, a

partir de 2030 en escenarios regionales, y más allá de 2040 en zonas urbanas densas.

Por su parte, las operaciones con aeronaves no tripuladas ofrecen un abanico más amplio de posibilidades a corto y medio plazo, especialmente en las categorías abierta y específica. La categoría abierta, correspondiente a operaciones de bajo riesgo (SAIL I-II) y vuelos en línea visual (VLOS), permite ya el desarrollo de usos como la vigilancia, inspecciones técnicas o rodajes audiovisuales. En este contexto, el papel del Ayuntamiento se centra en autorizar la ocupación del espacio público y verificar los posibles impactos medioambientales.

En la categoría específica, que abarca operaciones de riesgo medio (SAIL III-IV) y vuelos tanto VLOS como más allá del alcance visual (BVLOS), se abren posibilidades para servicios más complejos como la vigilancia policial, el transporte sanitario o la recogida de datos ambientales a gran escala. Estas operaciones requerirán un mayor grado de soporte tecnológico y la presencia de servicios U-space plenamente operativos. Finalmente, la categoría certificada incluye operaciones de alto riesgo (SAIL V-VI), principalmente asociadas a aeronaves tripuladas, cuya implementación urbana se prevé a largo plazo.

Propuesta de mejora de procesos y coordinación

Uno de los ejes clave identificados por el grupo es la necesidad de revisar y optimizar los procesos actuales de autorización y supervisión de operaciones. En este sentido, se propone avanzar hacia la creación de una ventanilla única que integre a los principales actores como ENAIRE, la Policía Municipal, Ministerio del Interior, Ministerio de Defensa, Comunidad de Madrid y las distintas áreas del Ayuntamiento implicadas, con el objetivo de simplificar la tramitación administrativa y mejorar la trazabilidad de las operaciones.

También se plantea una revisión de la normativa municipal vigente, en particular en lo relativo a la ocupación del espacio público, que actualmente exige una superficie mínima de 50 m² sin diferenciar entre tipos de operación ni nivel de riesgo. Esta aproximación podría sustituirse por un sistema más flexible y adaptado al riesgo real, incorporando criterios técnicos basados en el tipo de aeronave, el entorno urbano, el perfil del operador y el tipo de servicio prestado.

Además, se considera necesario dotar a los servicios municipales de capacidades técnicas que actúen como soporte a las operaciones, incluyendo modelos digitales de elevación, sistemas de predicción de microclima y herramientas de análisis de densidad poblacional dinámica. Estos recursos permitirán al Ayuntamiento evaluar de forma más precisa el riesgo en tierra y establecer zonas operativas seguras para diferentes tipos de misiones.

Interacción con operadores económicos

El grupo ha subrayado la importancia de establecer un marco estratégico claro para facilitar la interacción entre el Ayuntamiento y los operadores económicos interesados en desarrollar modelos de negocio vinculados a la movilidad aérea en Madrid. Este marco debe ofrecer seguridad jurídica, procesos transparentes y una hoja de ruta estable que permita a las empresas planificar su inversión y despliegue con garantías.

Con ese fin, se propone la creación de un canal formal que permita a los operadores presentar propuestas de servicio, que serán evaluadas por un órgano asesor técnico en función de criterios como el grado de madurez tecnológica, la solvencia financiera, la claridad de la hoja de ruta operativa, el impacto económico estimado y el volumen previsto de operaciones. Este mecanismo permitirá identificar proyectos piloto viables, priorizar los más relevantes y acompañarlos en su fase de despliegue.

Como evolución natural del grupo actual, se plantea la creación de una estructura asesora que reúna a representantes técnicos de las áreas municipales implicadas, junto con expertos externos, y que tenga la capacidad de seleccionar anualmente casos de uso a desarrollar, impulsando una estrategia ordenada y escalable de integración de la movilidad aérea en la ciudad.

5.3.1 Conclusiones del Grupo de Trabajo de Operaciones

La movilidad aérea urbana representa una oportunidad estratégica para Madrid, no solo por su potencial tecnológico y económico, sino también por su capacidad para transformar la forma en que se prestan servicios públicos esenciales y se gestiona el espacio urbano. A lo largo del trabajo desarrollado por el Grupo de Operaciones, ha quedado claro que el despliegue ordenado y seguro de operaciones aéreas en el entorno urbano requiere una acción coordinada entre administraciones, operadores y proveedores tecnológicos, donde el Ayuntamiento de Madrid debe asumir un rol de facilitador clave.

En primer lugar, se constata que, aunque las operaciones actuales con drones en la ciudad son aún limitadas y fragmentarias, existe un margen amplio para su expansión en casos de uso de alto valor público, como la vigilancia, la inspección de infraestructuras o la monitorización ambiental. Sin embargo, para que estas operaciones puedan escalar, es imprescindible revisar los procesos administrativos existentes, actualizar la normativa municipal y dotar a los servicios técnicos de herramientas que les permitan evaluar y gestionar de forma adecuada el riesgo en tierra.

En segundo lugar, la interacción con el ecosistema económico será determinante para generar un mercado sólido y sostenible. Esto implica definir desde el ámbito municipal una hoja de ruta clara, con procedimientos transparentes de selección y evaluación de proyectos, que permita atraer inversión privada, impulsar pilotos de alto impacto y consolidar Madrid como una ciudad de referencia en la movilidad aérea avanzada.

En tercer lugar, se ha evidenciado la necesidad de avanzar hacia una ventanilla única operativa que permita integrar en un mismo flujo de trabajo a ENAIRE, Policía Municipal, Ministerio de Interior, Ministerio de Defensa, Comunidad de Madrid y las distintas áreas técnicas del Ayuntamiento. Esta estructura debe facilitar no solo la tramitación y autorización de operaciones, sino también su seguimiento en tiempo real, la trazabilidad de la información y la disponibilidad de datos para análisis de impacto y planificación futura.

Finalmente, la progresiva implantación de los servicios U-space a nivel nacional plantea una oportunidad para construir una arquitectura urbana interoperable con el espacio aéreo digital. Madrid debe prepararse para ser una de las primeras ciudades en aprovechar esta transición, estableciendo zonas de vuelo preferente, criterios de autorización claros y una base tecnológica sólida que garantice operaciones seguras, sostenibles y alineadas con los objetivos de la ciudad.

El trabajo del grupo ha permitido sentar las bases para construir esta visión compartida, identificar los principales retos y proponer líneas concretas de actuación. El siguiente paso es consolidar este enfoque en una estrategia municipal que combine visión a largo plazo, pilotaje progresivo de casos de uso y construcción de capacidades institucionales, con el objetivo de integrar la movilidad aérea urbana como una nueva capa de servicio público para la ciudad del futuro.

5.3.2 Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo

Acciones a Corto Plazo (0-2 Años)

- Crear un grupo técnico de coordinación entre Ayuntamiento, ENAIRE, Ministerio de Interior, Ministerio de Defensa, Comunidad de Madrid y Policía Municipal, entre otros, para agilizar autorizaciones y canalizar la cooperación operativa.
- Revisar los procedimientos municipales de ocupación del espacio público con drones, incorporando criterios de riesgo en tierra, condiciones ambientales y geográficas.
- Desarrollar pilotos internos del Ayuntamiento en casos de uso viables bajo la normativa actual (vigilancia remota, inspección de arbolado, etc.).

- Diseñar un procedimiento sandbox para evaluar y facilitar el desarrollo de propuestas experimentales de operadores privados en entornos controlados.
- Iniciar la elaboración de una hoja de ruta técnica y normativa para operaciones UAS en diferentes niveles SAIL.
- Recoger los requisitos técnicos y urbanísticos municipales para integrarlos en la futura regulación del espacio aéreo urbano.

Acciones a Medio Plazo (2-5 años)

- Implantar una ventanilla única digital para la tramitación de autorizaciones, en coordinación con ENAIRE y autoridades locales y regionales.
- Desarrollar un modelo digital del terreno urbano y sistemas hiperlocales de predicción meteorológica, clave para evaluación de riesgos
- Definir escenarios estándar operativos para distintos tipos de misiones (zonas autorizadas, condiciones técnicas, mitigaciones, etc.).
- Ampliar los casos de uso municipales activos, incorporando operaciones BVLOS en SAIL III/IV y casos con mayor complejidad técnica.
- Consolidar infraestructuras ligeras UAS como nidos de drones, boxes logísticos o zonas de aterrizaje compartidas en distintos puntos de la ciudad.
- Formalizar un grupo consultivo de operadores económicos, con funciones de evaluación, asesoramiento y orientación estratégica.

Acciones a Largo Plazo (5-10 años)

- Establecer una infraestructura institucional madura para la gestión del espacio aéreo urbano, coordinada con ENAIRE y servicios U-space.
- Habilitar zonas preferentes y corredores aéreos urbanos, definidos por tipo de misión, seguridad y compatibilidad con el entorno.
- Desplegar los primeros "vertiports" o plataformas de despegue específicas para operaciones regulares o certificadas, con integración urbanística y normativa.
- Adaptar la normativa urbanística y ambiental para regular el uso del suelo, el impacto acústico y visual, y los requisitos sociales asociados.
- Evaluar el impacto de la movilidad aérea urbana con indicadores de sostenibilidad, eficiencia, aceptación ciudadana y retorno económico.
- Posicionar a Madrid como referente europeo en integración avanzada de la tercera dimensión en la planificación urbana y los servicios públicos.

5.4 Grupo 4. Infraestructuras

El Grupo de Infraestructura se centra en el diseño y planificación urbana de los elementos físicos que harán posible la movilidad aérea: "vertiports", estaciones de carga eléctrica, centros logísticos, etc. Su objetivo es identificar ubicaciones adecuadas dentro del tejido urbano de Madrid para la instalación de estas infraestructuras, teniendo en cuenta factores como accesibilidad, impacto visual, compatibilidad con el entorno y normativa urbanística.

Además de localizar estos espacios, el grupo explora fórmulas para integrar estas infraestructuras en edificios públicos existentes o nuevas construcciones. Estudia también cómo adaptar el espacio urbano para recibir y gestionar flujos de pasajeros o mercancías vinculados al transporte aéreo. En última instancia, este grupo tiene la misión de que la movilidad aérea no solo sea funcional, sino que se inserte armónicamente en la ciudad.

En resumen, los objetivos del grupo de trabajo son los siguientes:

- Analizar el despliegue de infraestructuras de movilidad aérea urbana desde el punto de vista urbanístico y de seguridad.
- Analizar los procedimientos de establecimiento de infraestructuras para diferentes necesidades:
 - o Transporte de pasajeros.
 - o Transporte de mercancías.
- Análisis de uso de drones (aterrizaje/despegue) en edificios y espacios públicos.

El Grupo de Trabajo de Infraestructuras de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana de Madrid ha elaborado un exhaustivo análisis multidisciplinar sobre las necesidades, tipologías, emplazamientos, gestión y normativa relacionada con las infraestructuras que permitirán el desarrollo de la movilidad aérea urbana (UAM) y regional (RAM). A través de un enfoque técnico, legal, urbanístico y operativo, el documento profundiza en la creación y adaptación de infraestructuras para aeronaves UAS, y eVTOL.

La movilidad aérea innovadora (IAM) representa una revolución en el transporte urbano y regional mediante aeronaves que despegan y aterrizan verticalmente (VTOL), muchas de ellas eléctricas (eVTOL), y sistemas no tripulados (UAS). Esta nueva movilidad se compone de dos ramas fundamentales:

Movilidad Aérea Urbana (UAM): enfocada en entornos metropolitanos densos, con soluciones como aerotaxis y entregas de última milla.

Movilidad Aérea Regional (RAM): orientada al transporte entre ciudades o regiones cercanas.

Dentro de estas dos vías, se realiza el análisis de los ejes más importantes para tener en cuenta para la integración de estas infraestructuras en el marco urbano:

Tipologías de infraestructuras

La adaptación urbana a la movilidad aérea avanzada requiere una nueva generación de infraestructuras específicas. Las principales son las siguientes:

- **Vertiports:** infraestructuras completas y certificadas para operaciones eVTOL, que incluyen plataformas de despegue/aterrizaje, zonas de carga, terminales de pasajeros y servicios técnicos. Son los equivalentes urbanos de los aeropuertos y los helipuertos. Dentro de los vertiports, pueden observarse algunos con tipologías específicas (EASA, 2022), como:
 - o **Vertistops:** instalaciones ligeras y modulares destinadas a operaciones rápidas. Son ideales para transporte urgente, servicios sanitarios y zonas con espacio limitado.
 - o **Vertihubs:** centros logísticos o de transporte de gran escala, ubicados estratégicamente, con múltiples FATO (Final Approach and Takeoff Area) y servicios complementarios.
- **Dronepads y helipuertos eventuales:** espacios fijos, temporales o móviles diseñados para operaciones puntuales de drones pequeños.
- **Drone-in-a-box:** sistema autónomo que integra una estación para el despliegue, recuperación, carga y almacenamiento de drones. Permite operaciones continuas y remotas sin intervención humana directa, con aplicaciones que van desde la inspección y seguridad hasta la logística y emergencias. Dentro de esta categoría, destacan:
 - o Lockers logísticos: taquillas urbanas automatizadas para recogida/entrega de paquetes mediante drones, integradas en la logística urbana.

Cada tipología responde a distintos niveles de demanda, presupuesto y condiciones urbanas, y pueden formar parte de redes funcionales interconectadas.

Criterios de diseño e integración Urbana

El diseño de infraestructuras aeronáuticas en entornos urbanos requiere una planificación rigurosa que considere múltiples factores estratégicos. En primer lugar, la ubicación debe maximizar la utilidad social, por lo que los “vertiports” deben situarse en zonas con alto valor funcional como hospitales, nodos intermodales de transporte o áreas logísticas.

Esta elección debe ir acompañada de una estricta compatibilidad normativa, cumpliendo tanto con la legislación aeronáutica, bajo supervisión de organismos como EASA, AESA o la Comunidad Autónoma, como con las normativas urbanísticas y de edificación vigentes. Otro aspecto esencial es la minimización del impacto visual, acústico y ambiental, fomentando la reutilización de infraestructuras existentes, como azoteas o parkings, y la adopción de tecnologías limpias y silenciosas. Además, estas instalaciones deben diseñarse con un alto grado de escalabilidad y flexibilidad para adaptarse a un crecimiento progresivo de la demanda operativa, incorporando sistemas eléctricos de recarga, control digital, navegación y seguridad.

Todo ello debe integrarse con un enfoque intermodal, que garantice conexiones directas y fluidas con otros modos de transporte, como autobuses, metro, bicicletas o vehículos compartidos, facilitando así el tránsito eficiente de pasajeros y mercancías dentro del ecosistema urbano.

Marco Jurídico

El marco normativo actual no contempla de manera específica las infraestructuras necesarias para la movilidad aérea urbana, lo que genera incertidumbre y frena su desarrollo. El documento del Grupo de Trabajo propone reconocer legalmente los “vertiports” como infraestructuras aeronáuticas propias, adaptadas al entorno urbano, y desarrollar una normativa técnica específica para su diseño, certificación y operación, distinta de la aplicada a helipuertos o aeródromos tradicionales.

También se plantea crear una “ventanilla única” que agilice y centralice los trámites administrativos para las operaciones UAS, dada la actual dispersión de competencias entre distintas administraciones. Además, se insiste en la necesidad de integrar los “vertiports” en los planes urbanísticos locales para facilitar su implantación y compatibilidad con otros usos del suelo.

El marco legal deberá adaptarse a los nuevos modelos operativos, como vuelos autónomos, certificación de eVTOL y gestión digital del espacio aéreo (U-space). Finalmente, se enfatiza la importancia de armonizar estas medidas con las normativas europeas e internacionales para asegurar interoperabilidad y reconocimiento global.

5.4.1 Conclusiones del Grupo del Trabajo de Infraestructuras

Diferenciación de tipologías

La infraestructura necesaria para la movilidad aérea debe diferenciar claramente entre las instalaciones requeridas por aeronaves eVTOL y las utilizadas por UAS ligeros. Mientras que los eVTOL, orientados al transporte de pasajeros y carga, necesitan “vertiports” complejos y certificados con servicios de recarga, control aéreo y terminales, los UAS de menor tamaño, utilizados para logística, vigilancia o servicios públicos, pueden operar desde infraestructuras más simples como dronepads temporales o móviles, sin requerimientos normativos tan exigentes. Esta distinción responde a diferencias operativas, regulatorias y de impacto urbano, y permite un desarrollo más flexible, escalable y seguro del ecosistema de movilidad aérea.

Necesidad de un marco normativo específico

Es urgente definir una regulación nacional y europea que reconozca legalmente a los “vertiports” como infraestructuras aeronáuticas adaptadas al entorno urbano. Esta legislación debe contemplar aspectos técnicos, operativos y urbanísticos para facilitar su implantación con seguridad jurídica, y además definir claramente las competencias, las operaciones permitidas en estas infraestructuras y los procedimientos de autorización cuando sean necesarios. Asimismo, este marco normativo debería

establecer los requisitos aplicables no solo a los “vertiports”, sino también a las zonas de operación de UAS de menor tamaño, como los dronepads, garantizando así un ecosistema urbano coherente, seguro y armonizado para la movilidad aérea.

Los “vertiports” son infraestructura estratégica

No son elementos accesorios, sino nodos críticos para habilitar la movilidad aérea urbana. Su presencia permitirá conectar mejor las ciudades, responder ante emergencias y descongestionar otras infraestructuras de transporte.

Aceptación social y gobernanza eficaz

Para tener éxito, este nuevo modelo de movilidad necesita respaldo ciudadano, procesos participativos y una gestión transparente, con una ventanilla única que simplifique y coordine todos los trámites entre administraciones y operadores.

5.4.2 Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo

Acciones a Corto Plazo (0-2 años)

- Pilotaje de proyectos sandbox y demostradores urbanos.
- Establecimiento de unidades municipales formadas por equipos técnicos especializados en la planificación y control de infraestructuras
- Identificación de ubicaciones potenciales.

Acciones a Medio Plazo (2-5 años)

- Despliegue de primeras infraestructuras físicas para UAM.
- Establecimiento de procedimientos certificados.
- Consolidación de acuerdos de colaboración.

Acciones a Largo Plazo (5-10 años)

- Autonomización progresiva de vuelos.
- Construcción de primeros “vertiports”.
- Evolución normativa y técnica.
- Integración plena en ciudades inteligentes.

5.5 Grupo 5. Medio Ambiente y Ciudadanía

La finalidad de este grupo ha sido analizar en profundidad los impactos desde distintas perspectivas, las posibilidades y los retos que implica la introducción de tecnologías de aeronaves no tripuladas en el contexto urbano madrileño, así como realizar propuestas para una integración responsable y aceptada por la ciudadanía.

La primera fase del trabajo ha consistido en definir el alcance y naturaleza de la movilidad aérea urbana (UAM), entendida como un sistema de transporte complementario al terrestre que emplea aeronaves no tripuladas, como drones y eVTOLs, para la prestación de servicios, el transporte de bienes y de personas. Esta tecnología emergente plantea una transformación profunda del ecosistema urbano, ofreciendo soluciones a problemas relacionados con la congestión del tráfico, las emergencias, la logística y la monitorización ambiental, entre otros.

En cuanto a las aeronaves implicadas, se recoge la clasificación reglamentaria más reciente, que las divide en tres categorías según el nivel de riesgo que representan: abierta, específica y certificada. Cada categoría incluye requisitos concretos relacionados con el peso del dron, el tipo de operación (con o sin línea visual), y la necesidad de autorizaciones o certificaciones. La gran mayoría de drones actualmente operativos en Madrid se enmarcan en la categoría abierta y específica, con usos principalmente vinculados a la vigilancia, inspección de infraestructuras y apoyo en

emergencias.

Casos de uso

El grupo de trabajo considera imprescindible la detección y catalogación de los diferentes casos de uso, diferenciando entre los usos de interés general (como emergencias, vigilancia, logística sanitaria o servicios públicos) y los de carácter privado (como ocio, espectáculos, o transporte personal). Esta clasificación resulta clave para evaluar los condicionantes éticos, legales y técnicos asociados a cada contexto operativo, así como para entender la posible percepción social y los niveles de aceptación o rechazo que cada uso puede provocar.

Según las encuestas de otros países o ciudades analizadas, se detecta una mayor aceptación ciudadana para los usos que se pueden clasificar como de interés general. Actualmente en Madrid se utilizan los drones para labores de vigilancia, para filmaciones de eventos, así como para algunas labores de monitorización ambiental.

A la hora de poder valorar cuál puede ser la aceptación social y el impacto ambiental de la nueva movilidad, se ha considerado muy relevante el análisis de las infraestructuras necesarias para la implementación de la movilidad aérea urbana. Se ha concluido que, para poder operar con drones a escala urbana, será imprescindible contar con una red de “vertiports” —infraestructuras similares a aeródromos, adaptadas a entornos urbanos— que pueden variar en escala y función (transporte de personas, mercancías, servicios técnicos, etc.).

Además, estos “vertiports” deberán cumplir con requisitos en materia de accesibilidad, energía, control de tráfico, seguridad, compatibilidad con la trama urbana y respeto al entorno ambiental y social. El desarrollo normativo municipal deberá considerar las características precisas de las instalaciones, las cuales deben estar alineadas con las necesidades de la industria, su integración urbanística, y los condicionantes derivados del entorno consolidado de Madrid, así como de sus espacios naturales protegidos, a la hora de permitir su implantación en la ciudad.

La metodología adoptada por el grupo de trabajo ha sido fundamentalmente colaborativa. A través de reuniones periódicas y el uso compartido de documentación técnica, normativa y propuestas legislativas, se ha podido generar un corpus documental amplio y riguroso. Este enfoque ha permitido la participación activa de expertos, técnicos municipales y representantes del sector privado, consolidando una visión plural y transversal del fenómeno UAM.

Asimismo, se ha realizado una recopilación exhaustiva de la regulación existente, en el ámbito de la Unión Europea (donde destaca el Pacto Verde Europeo como marco general), como en el marco nacional, autonómico y local. En el plano municipal, la Estrategia de Sostenibilidad Ambiental Madrid 360 ha sido identificada como un punto de partida valioso para la integración de criterios medioambientales en la futura normativa de movilidad aérea urbana, destacando las siguientes categorías temáticas: la contaminación visual, acústica y electromagnética, la afección a la avifauna y al paisaje, la privacidad y la protección de datos, entre otras.

La recopilación de normativas realizada contiene aspectos regulatorios que es necesario considerar como punto de partida para detectar posibles impactos potenciales a los derechos ciudadanos y al medio ambiente.

Los objetivos que han guiado el trabajo del grupo han sido: entender los impactos ambientales y sociales del uso de drones, fomentar la participación ciudadana en el diseño de soluciones, e impulsar un marco regulador adaptado a las necesidades reales de la ciudad. Esta base documental y metodológica constituye el pilar sobre el que se apoyan las recomendaciones y conclusiones que se desarrollan en los apartados posteriores.

5.5.1 Conclusiones del Grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Ciudadanía

La elaboración del Libro Blanco sobre movilidad aérea urbana en Madrid ha permitido obtener una visión integral y crítica del estado actual de esta tecnología, su potencial desarrollo en la ciudad y los desafíos que supone desde el punto de vista ambiental, normativo y social. A partir del análisis documental, las reuniones técnicas y la revisión de estudios existentes, se desprenden las siguientes conclusiones fundamentales:

La ciudad de Madrid se encuentra en una fase temprana pero estratégica para el desarrollo de la movilidad aérea urbana.

El análisis DAFO realizado por el grupo de trabajo muestra que, aunque aún no existe una implantación operativa significativa de la UAM en el municipio, salvo en lo que respecta a las operaciones de vigilancia habituales de los servicios de seguridad de la ciudad y proyectos piloto puntuales, sí existe una base institucional sólida, a través de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana, que permite avanzar hacia una regulación propia y adaptada al contexto urbano. La existencia de normativa general europea y nacional sienta una base importante, pero es necesario desarrollar una normativa local específica que aborde la singularidad del entorno urbano consolidado de Madrid, y de sus espacios naturales protegidos, sus limitaciones de espacio y las condiciones sociales y ambientales particulares.

La aceptación ciudadana será un factor decisivo para el éxito o el fracaso de la tecnología

A pesar del creciente interés técnico en el uso de drones, las encuestas y estudios analizados (como, por ejemplo, publicaciones de EASA, de SESAR y Multidisciplinary Digital Publishing Institute - MDPI) muestran una clara preocupación ciudadana respecto al impacto de la tecnología en la privacidad, la seguridad física y cibernética, y el ruido. Las medidas de mitigación, como campañas de información, transparencia normativa y experiencias piloto en vivo o virtuales con participación ciudadana, se configuran como herramientas indispensables para construir confianza en la población. La consulta pública previa, prevista en la plataforma de participación DecideMadrid, será un paso clave en este sentido.

Es fundamental garantizar la seguridad física de los ciudadanos mediante protocolos robustos y herramientas como U-space, con el fin de minimizar incidentes y generar confianza en el sector. La determinación de un umbral aceptable de accidentes o incidentes debería quedar en manos del regulador europeo o nacional competente, ya que se trata de un ámbito técnico que requiere criterios especializados y armonizados a nivel supranacional.

Existen beneficios ambientales reales, pero condicionados a un uso responsable y regulado

El documento recoge evidencias técnicas, como el estudio de la Universidad de Cranfield (Cranfield, 2024), que demuestran que el uso de drones puede generar reducciones de emisiones de CO₂ en comparación con vehículos convencionales, especialmente en operaciones logísticas que utilicen sistemas de propulsión eléctricos. Sin embargo, también se alerta sobre nuevas fuentes de contaminación acústica, lumínica y electromagnética, además del impacto en la fauna urbana, particularmente en aves. Esto exige establecer umbrales de ruido, protocolos operativos en zonas sensibles y cartografías integradas que combinen datos ambientales con rutas aéreas potenciales.

Asimismo, la propia industria se encuentra en desarrollo investigando sistemas de propulsión con combustibles alternativos que permitan mayor autonomía que la que posee actualmente la tecnología, sin poner aún el foco en lo que respecta al ciclo de vida de los materiales y energía utilizados.

La falta de regulación local específica limita la planificación y el despliegue tecnológico

El grupo de trabajo identifica una debilidad clara: una división de competencias sobre el espacio aéreo por debajo de los 120-150 m entre las diferentes administraciones: estatal, autonómica y local.

Una vez perfectamente definidos los ámbitos competenciales definidas las competencias, de las diferentes administraciones, en el ámbito de la movilidad aérea urbana, sería posible elaborar una ordenanza municipal que regule de forma específica las operaciones dentro de la ciudad. Sin ello, se genera inseguridad jurídica para operadores, ciudadanos y autoridades.

Es necesario establecer criterios sobre ubicación de “vertiports”, niveles de ruido aceptables, trazado de corredores aéreos y requisitos de impacto ambiental.

La aprobación de la Ordenanza 1/2025, por la que se regula el **entorno controlado de pruebas de proyectos innovadores** de la ciudad de Madrid, para entornos de prueba (Sandbox Madrid) es un paso positivo, pero insuficiente para el despliegue estructurado de esta tecnología a escala urbana, dado que falta el marco competencial operacional.

Las infraestructuras urbanas actuales requieren adaptación para integrar los nuevos modos de movilidad aérea

La implantación de “vertiports” plantea retos técnicos importantes. El documento identifica la falta de espacio en la ciudad consolidada, la necesidad de definir normativamente qué es un “vertiport” y cómo debe conectarse con el resto del sistema de transporte urbano.

Además, se subraya la importancia de la adaptación de la normativa urbanística, así como de la definición de los requerimientos técnicos para su implantación, tales como el suministro energético, la accesibilidad y la capacidad estructural de los edificios.

La experiencia de EASA y el **Clúster Español De Movilidad Aérea Innovadora** (SIAM) sobre diseño de “vertiports” podría servir como referencia inicial.

Los proyectos piloto son herramientas clave para probar la tecnología y analizar la percepción pública

Los tres proyectos piloto analizados (MUSE SESAR, ALE-HOP y U-ELCOMÉ) demuestran que la experimentación en entornos controlados permite recopilar datos útiles sobre ruido, visibilidad, tiempos de respuesta, aceptación ciudadana y viabilidad operativa. En el caso de Madrid, se considera prioritario realizar proyectos piloto en barrios periféricos y con servicios públicos (salud, emergencias, policía) como primer paso hacia una implementación escalonada y transparente que pueda gozar de una mayor aceptación social. Estos ensayos deben incorporar mediciones ambientales, encuestas de percepción, análisis normativos y simulaciones reales y virtuales en materia de movilidad aérea urbana.

La gobernanza y la transparencia institucional son esenciales para una implementación socialmente legítima

Se destaca la necesidad de crear una estructura institucional clara y con el menor número de interlocutores posible que gestione la movilidad aérea urbana, resuelva incidencias, canalice consultas ciudadanas y centralice la información pública. Propuestas como un Portal de Información UAM, una app para la ciudadanía, campañas informativas y buzones de sugerencias se perfilan como medidas imprescindibles para garantizar una gobernanza participativa. Además, se enfatiza la importancia de delimitar responsabilidades jurídicas sobre el tratamiento de datos, gestión de infraestructuras y operación de vuelos para evitar inseguridad tanto al ciudadano como a los usuarios.

La movilidad aérea urbana puede convertirse en un motor de innovación y empleo tecnológico en la ciudad

Desde una perspectiva estratégica, el grupo de trabajo subraya el potencial de la UAM como palanca de desarrollo económico, formación profesional y atracción de inversión. Madrid, por su tamaño, infraestructura y ecosistema tecnológico, puede posicionarse como un referente europeo en movilidad aérea si adopta una estrategia coherente, sostenible e inclusiva. Para ello, será fundamental vincular el despliegue de esta tecnología con políticas de sostenibilidad, energía renovable, economía circular y formación especializada.

5.5.2 Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo

Acciones a corto plazo (0-2 años)

- Procesos participativos para conocer las preocupaciones y opiniones de la ciudadanía:
 - o A través de la plataforma DecideMadrid
 - o Mediante otras herramientas como encuestas segmentadas según edad, distrito y perfil laboral.
- Proyectos Piloto Pequeña Escala:
 - o Pruebas de vuelos en áreas periféricas.
 - o Medición de ruido y vibraciones en situaciones reales.
 - o Simulaciones virtuales
- Campañas de Divulgación:
 - o Presentaciones, seminarios, formaciones...
 - o Campaña de comunicación con Vídeos explicativos sobre beneficios y riesgos.
- Mapa Integrado Municipal:
 - o Unificar mapas temáticos municipales de las materias implicadas como ruido, ZEPA (Zonas de Especial Protección de Aves) y bajas emisiones con aquellos que recogen las rutas de vuelo, zonas prohibidas o restringidas definidas actualmente por el Estado para las UAS.
 - o Compilación de restricciones normativas relativas a las zonas mencionadas anteriormente en el mapa digital único.
- Clarificación Jurídica:
 - o Definición de los ámbitos competenciales en materia de movilidad aérea: Estado, comunidades autónomas y municipios.
 - o Establecer límites sobre privacidad, videovigilancia y nuevos niveles de ruido.
 - o Normalizar los datos o imágenes que pueden o no captarse.

Acciones a medio plazo (2-5 años)

- Desarrollo Normativo Municipal:
 - o Ordenanza específica de movilidad aérea urbana de Madrid.
 - o Inclusión en el Plan Normativo del Ayuntamiento.
- Implementación de "vertiports" Piloto:
 - o Proyectos piloto en barrios periféricos.
 - o Evaluación de aspectos técnicos como estructuras, vibraciones y acceso a red eléctrica.
- Plataforma Digital de Gobernanza:
 - o Portal con roles institucionales, normativa, incidencias y resultados.
 - o App ciudadana.
- Estandarización Ambiental:

- o Establecimiento de umbrales de ruido y protocolos.
- o Guías para operación en zonas con avifauna.
- Formación Académica y Profesional:
 - o Programas en universidades, I+D y escuelas técnicas sobre UAM.

Acciones a largo plazo (5-10 años)

- Red Urbana de “vertiports”:
 - o Integración con transporte público y hubs intermodales.
 - o “Vertiports” modulares con energías renovables.
- Sistema Coordinado de U-space en Madrid:
 - o Control digital e inteligente del tráfico aéreo de drones.
- Industria Local Sostenible:
 - o Estímulo a I+D para drones más silenciosos, con menos huella de carbono.
- Actualización Continua de Normativas:
 - o Basada en experiencias piloto, nuevas tecnologías y evolución social.
 - o Preceptiva participación ciudadana en cada modificación sustancial.

5.6 Grupo 6. Operadores económicos

En el marco de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana del Ayuntamiento de Madrid, el Grupo de Trabajo de Operadores Económicos se ha centrado en identificar los retos, oportunidades y necesidades asociadas a la integración de actores económicos en el ecosistema emergente de la movilidad aérea urbana (UAM). Este trabajo ha permitido establecer una primera visión estructurada sobre quiénes son y qué rol juegan los operadores económicos en el desarrollo, validación e implementación de servicios innovadores, sostenibles y seguros en el espacio aéreo urbano de Madrid.

Durante el proceso, se ha constatado que la participación del sector privado es esencial para acelerar la madurez del ecosistema UAM, facilitar la innovación tecnológica, atraer inversión y desplegar soluciones que respondan a necesidades urbanas reales. Sin embargo, se ha constatado que por el momento no existen modelos de negocio maduros para su puesta en marcha a corto o medio plazo relacionados con la movilidad aérea urbana, más allá de pruebas experimentales en marcha que probablemente permitirán abordar y solventar los problemas que se detecten para la puesta en marcha de negocios rentables para los operadores económicos y beneficiosos para los ciudadanos. Por tanto, es esperable que, en un intervalo de tiempo razonable, la situación actual evolucione hacia la entrada de modelos de negocio relacionados con la movilidad aérea urbana que sean beneficiosos para los operadores económicos y para la ciudadanía.

Del mismo modo, se ha detectado que la gran cantidad de actores que intervienen en el establecimiento de un modelo de negocio relacionado con la movilidad aérea urbana, así como su carácter multidisciplinar (aeronáutica, infraestructuras terrestres, telecomunicaciones, transporte terrestre, implicación de varias administraciones, etc.) puede ser un obstáculo más para el desarrollo de los modelos de negocio. Por tanto, cobra especial sentido el mantenimiento de un equipo de trabajo que pueda facilitar la implantación de un modelo de negocio sostenible en la ciudad de Madrid. A lo largo del trabajo realizado, se han definido los elementos fundamentales que deben guiar el desarrollo de los operadores económicos, ya sean públicos o privados, en la ciudad:

- **Identificación de operadores económicos interesados**, para poder prever demanda y oferta de potenciales servicios y así trabajar una estrategia que permita adaptar planes de despliegue.
- **Identificar necesidades reales de la ciudad**, que ya puedan realizar con drones

o que la tecnología dron pueda aplicarse para mejorar un proceso o modelo de negocio.

- **Necesidad de un marco estratégico estable y transparente**, que permita a las empresas presentar propuestas con garantías jurídicas y operativas.
- **Creación de un canal formal de interacción**, mediante el cual los operadores puedan someter sus modelos de servicio a una evaluación técnica y estratégica por parte de un órgano asesor especializado.
- **Impulso de proyectos piloto viables**, que permitan validar soluciones en condiciones reales y contribuyan al desarrollo escalonado de la movilidad aérea urbana en Madrid.

Como resultado del grupo de trabajo, se propone evolucionar hacia una estructura de gobernanza que incluya una instancia asesora permanente multidisciplinar con conocimientos en todas las materias involucradas en el proceso y con capacidad para priorizar anualmente los casos de uso más relevantes y acompañar su despliegue, reforzando así el papel del Ayuntamiento como facilitador de una movilidad aérea urbana segura, eficiente y abierta a la colaboración público-privada.

5.6.1 Conclusiones del Grupo de Trabajo de Operadores económicos

El trabajo desarrollado por el Grupo de Trabajo de Operaciones y Operadores Económicos de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana del Ayuntamiento de Madrid ha puesto de manifiesto la importancia estratégica de contar con un marco estructurado y proactivo para la integración de operadores económicos en el ecosistema de la movilidad aérea urbana.

En primer lugar, se ha evidenciado que la colaboración público-privada es un factor determinante para el éxito del despliegue de servicios aéreos urbanos, especialmente en fases tempranas de implantación. Los operadores económicos aportan no solo la tecnología y la capacidad operativa necesarias, sino también modelos de negocio innovadores que pueden dar respuesta a necesidades urbanas concretas, como la vigilancia, la inspección de infraestructuras o el transporte de mercancías ligeras, así como evolucionar algunos de los servicios que las administraciones locales proporcionan a sus ciudadanos.

Sin embargo, la situación actual presenta importantes carencias en términos de transferencia del conocimiento, coordinación institucional, trazabilidad de operaciones y claridad normativa. Para revertir esta situación y habilitar un entorno propicio para la inversión, resulta prioritario establecer procedimientos administrativos integrados, criterios técnicos transparentes y mecanismos de evaluación que ofrezcan seguridad jurídica a los operadores interesados.

Del mismo modo, se destaca la necesidad de crear un canal formal de interlocución entre el Ayuntamiento y los operadores económicos, que facilite la presentación y análisis de propuestas, el impulso de proyectos piloto y la selección estratégica de casos de uso alineados con las prioridades municipales.

En este sentido, el Ayuntamiento debe asumir un rol facilitador, actuando como garante de la seguridad en tierra y de la aceptación social, promotor de entornos urbanos habilitantes y articulador de procesos intermodales, sostenibles e interinstitucionales. Para ello, será esencial dotarse de capacidades técnicas y herramientas analíticas que permitan evaluar adecuadamente el impacto y la viabilidad de las operaciones.

Finalmente, el grupo propone avanzar hacia una estructura de gobernanza estable y escalable según las necesidades y evolución, que integre la visión técnica municipal con el conocimiento del sector, y que permita definir una hoja de ruta progresiva y escalable para la integración de la movilidad aérea urbana en la ciudad. Esta estrategia debe permitir atraer operadores serios, fomentar la innovación responsable

y garantizar que los beneficios económicos y sociales de estas nuevas formas de movilidad se materialicen en favor de la ciudadanía.

5.6.2 Acciones propuestas a corto, medio y largo plazo

Acciones a Corto Plazo (0-2 años)

- Realizar un inventario municipal de actividades económicas potenciales del sector UAS para evaluar potencial volumen de operaciones y servicios.
- Realización de estudios de demanda y análisis de casos de uso prioritarios para la movilidad aérea urbana, junto con la definición de su horizonte temporal de implantación.
- Elaboración de material informativo por parte del Ayuntamiento de Madrid para operadores interesados en desarrollar servicios UAS que permita a los interesados conocer con antelación los procedimientos administrativos municipales y los órganos a los que debe dirigirse.
- Establecer las bases operativas, normativas y de interlocución para facilitar la entrada de operadores económicos en el ecosistema de movilidad aérea urbana.
- Creación de un canal formal de interlocución con operadores económicos, que permita presentar propuestas, consultas técnicas y establecer un marco de diálogo continuo.
- Diseño de un procedimiento de evaluación técnica y estratégica de proyectos, basado en criterios como madurez tecnológica, solvencia, impacto urbano y viabilidad operativa.
- Lanzamiento de una convocatoria de proyectos piloto, para validar en entorno real propuestas presentadas por operadores económicos, especialmente en sectores como vigilancia, inspección de infraestructuras y logística ligera.

Acciones a Medio Plazo (2-5 años)

- En el momento en que los análisis de operaciones económicas cuenten con un grado de madurez suficiente, formalización de una estructura asesora permanente, integrada por técnicos municipales y expertos externos, para guiar la estrategia de integración de operadores y priorizar casos de uso anualmente.
- Creación de una oficina de atención y acompañamiento a empresas del sector que quieran incorporar actividades UAS.
- Incentivación de modelos de negocio sostenibles y alineados con necesidades urbanas buscando la simplificación y agilización de los procedimientos administrativos.
- Publicación de informes anuales de actividad y evaluación, que incluyan datos agregados sobre los operadores económicos, casos de uso desplegados, incidencias y aprendizajes.

Acciones a Largo Plazo (5-10 años)

- Concesión o licitación de servicios públicos estratégicos aéreos, como vigilancia urbana, logística sanitaria, control ambiental, gestión de la movilidad o servicios de emergencia, en colaboración con operadores certificados.
- Desarrollo de un modelo regulatorio local avanzado, que contemple modelos de colaboración público-privada para la explotación de infraestructuras asociadas ("vertiports", estaciones de drones, etc.) o servicios.
- Desarrollo de los mecanismos de gestión municipal y de los sistemas informáticos necesarios para favorecer una implantación de los modelos de negocio ordenada, sostenible, segura e integrada con el sistema de transporte urbano existente.

- Atracción de inversión internacional y posicionamiento de Madrid como polo de innovación en UAM, mediante programas de fomento, presencia Institucional en foros internacionales y colaboración con hubs tecnológicos.
- Evaluación de la integración de aeronaves tripuladas (eVTOL) para servicios de mayor impacto, como aerotaxis o transporte interurbano, bajo marcos regulatorios certificados y con operadores especializados.



6. Hoja de ruta

La transición hacia una movilidad aérea urbana funcional, segura y sostenible no ocurrirá de forma inmediata ni espontánea. Requiere planificación, coordinación y una visión estratégica compartida a medio y largo plazo.

Por este motivo, la elaboración de una hoja de ruta para la ciudad de Madrid se convierte en una herramienta estratégica para alinear los esfuerzos del ecosistema de la Movilidad Aérea Urbana, desde su situación actual hasta un escenario en el que esta nueva dimensión de la movilidad sea una realidad integrada en el sistema urbano y metropolitano.

Esta hoja de ruta no es un calendario cerrado, sino un marco de trabajo que establece hitos, prioridades y condiciones necesarias para el desarrollo ordenado de la movilidad aérea urbana. Alineada con la última versión del Plan de Acción Nacional de Despliegue de U-space (PANDU), en particular respecto a la parte administrativa con el objetivo 4 de dicho documento, esta hoja, integra aspectos regulatorios, tecnológicos, operativos, sociales y medioambientales, con una perspectiva transversal que permite identificar sinergias y anticipar obstáculos. Se trata de un instrumento dinámico, que debe poder adaptarse a la evolución de la tecnología, a los avances normativos a nivel nacional y europeo, y, sobre todo, a las necesidades y expectativas de la ciudadanía madrileña.

El diseño de esta hoja de ruta se ha nutrido del trabajo realizado en el seno de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana y de sus grupos de trabajo, así como del análisis de experiencias internacionales y de los aprendizajes derivados de los primeros pilotos en entorno urbano.

El capítulo que sigue presenta la hoja de ruta para el despliegue progresivo de la movilidad aérea urbana en Madrid hasta el año 2035. Organizada en función de los grupos de trabajo y distribuida en tres fases distintas – corto plazo (2026-2028), medio plazo (2029-2031) y largo plazo (2032-2035) –, deberá ser revisada en función de la evolución de los distintos elementos clave, como normativa, tecnología o aceptación

social para poder así ajustar el plan de despliegue a la evolución del sector.

En las siguientes tablas se presentan las actividades identificadas, agrupadas por cada una de las categorías definidas para el análisis en este Libro Blanco. Se trata de una síntesis elaborada a partir de los grupos de trabajo, que no recoge de manera exhaustiva todas las acciones discutidas, sino aquellas que se han considerado más relevantes para la hoja de ruta.

La inclusión de las actividades en la Hoja de Ruta carece de relevancia o eficacia jurídica, y no implica la asunción de compromiso específico alguno por el Ayuntamiento de Madrid ni por las administraciones e instituciones que forman parte de la Comisión de Movilidad Aérea Urbana, limitándose su valor al de un ejercicio cualificado de reflexión y análisis que aporta luz al futuro desarrollo de esta nueva realidad.

Además de las categorías de análisis, se ha incluido una categoría adicional denominada “Gobernanza y Ecosistema”, que integra aquellas acciones de carácter transversal que no encajan claramente en ninguna categoría temática. En la ejecución de la hoja de ruta podrán producirse fusiones de actividades cuando existan sinergias o, por el contrario, la subdivisión de acciones en casos en los que un enfoque separado se considere más eficaz.

6.1 Acciones propuestas por categoría

6.1.1 Normativa y regulación

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
N1	Análisis del marco normativo vigente	Realizar un estudio exhaustivo de la normativa europea, nacional autonómica y municipal relacionada con la movilidad aérea urbana, no solo desde la perspectiva aeronáutica, sino desde los distintos sectores del ordenamiento jurídico.	Fase 1: 2026 – 2028
N2	Evaluación periódica de la normativa municipal vigente en cada momento	Evaluar la normativa municipal vigente en cada momento, urbanística, medio ambiental, tributaria y de movilidad, tomando en consideración la perspectiva de la movilidad aérea urbana. Como consecuencia de dicha evaluación podrían iniciarse procedimientos normativos de aprobación de nuevas ordenanzas, o modificativas de las existentes. Se trata de una actuación transversal en las tres fases temporales	Fase 1: 2026 – 2028 Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035
N3	Aportación activa al desarrollo del marco normativo nacional sobre UAS	Colaborar con entidades estatales para trasladar la perspectiva municipal sobre las posibilidades, ventajas, riesgos y externalidades que, en el ámbito terrestre del término municipal, puede suponer la operación de sistemas UAS, mediante la redacción de posibles propuestas normativas y la emisión de observaciones en los procedimientos de elaboración de normas estatales y, en su caso, autonómicas. Se trata de una actuación transversal en las tres fases temporales. Relacionado con actividad G2. Participación en PANDU	Fase 1: 2026 – 2028 Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035
N4	Ordenanza municipal el uso de UAS en la prestación de servicios públicos municipales	Se regulará mediante ordenanza municipal el uso de UAS en la prestación de servicios públicos municipales, tanto por la Policía Municipal y los servicios de emergencia (Bomberos, Protección Civil), que constituyen operaciones NO EASA, como en la utilización de todas las funcionalidades que permita la tecnología en operaciones de UAS (control del estado de arbolado, infraestructuras públicas de titularidad municipal, control de plagas, cartografía, entre otros muchos).	Fase 1: 2026 – 2028 Fase 2: 2029 – 2031
N5	Análisis de necesidad de adaptar las normas urbanísticas	Se analizará la conveniencia de adaptar la normativa urbanística municipal, dentro del marco legislativo autonómico.	Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035
N6	Análisis de necesidad de adaptar la normativa municipal medioambiental	Se analizará la conveniencia de adaptar la normativa medioambiental municipal, dentro del marco legislativo autonómico y estatal básico.	Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035
N7	Análisis de necesidad de adaptar la normativa tributaria municipal	Se analizará la conveniencia de adaptar la normativa tributaria municipal (tasas), dentro del marco legislativo estatal.	Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
N8	Análisis de necesidad de una Ordenanza Municipal sobre movilidad aérea urbana.	Atendiendo a la evolución del marco competencial y de la normativa estatal y autonómica vigente en cada momento, estudiar la necesidad, alcance y contenido de la regulación municipal sobre la movilidad aérea urbana. Según los trabajos de la actividad NI	Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035

6.1.2 Seguridad

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
S1	Sistema de intercambio de información con el Ministerio del Interior	Implantar canales y protocolos de comunicación en tiempo real para garantizar la seguridad y trazabilidad de operaciones aéreas.	Fase 1: 2026 – 2028
S2	Diseño de formularios únicos de notificación y régimen sancionador	Unificar los procedimientos administrativos relacionados con la movilidad aérea, desde la comunicación de vuelos hasta la denuncia de infracciones.	Fase 1: 2026 – 2028
S3	Consolidación de una unidad especializada en la gestión de la Movilidad Aérea Urbana dentro de la Policía Municipal	Especializar un equipo policial dentro de la Sección de Apoyo Aéreo, formado específicamente para vigilar, inspeccionar y gestionar la movilidad aérea urbana.	Fase 1: 2026 – 2028
S4	Implementación de un sistema municipal de vigilancia, control y gestión de incidencias de UAS	Consolidar una plataforma urbana de control del tráfico aéreo de drones para que cuerpos de seguridad puedan visualizar, actuar y coordinar respuestas ante eventos con UAS.	Fase 2: 2029 – 2031
S5	Proponer la asignación de frecuencias exclusivas para emergencias aéreas con UAS	Garantizar que los servicios de emergencia cuenten con canales de comunicación dedicados para evitar interferencias en situaciones críticas mediante solicitud de frecuencias específicas para operaciones de emergencia.	Fase 2: 2029 – 2031
S6	Protocolos de activación de zonas de exclusión dinámica	Diseñar protocolos y herramientas que permitan activar de forma inmediata zonas de restricción aérea ante eventos especiales, desastres naturales o visitas oficiales.	Fase 2: 2029 – 2031
S7	Campañas de formación y capacitación para inspectores municipales	Desarrollar programas formativos específicos para el personal técnico y policial que interactúa con operaciones UAS.	Fase 2: 2029 – 2031
S8	Participación en los procedimientos de revisión y planificación de zonas de vuelo, corredores y evacuación	Participar en el análisis y rediseño del espacio aéreo urbano para establecer zonas seguras, rutas de vuelo y planes ante emergencias.	Fase 3: 2032 – 2035

6.1.3 Operaciones

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
01	Desarrollo y revisión de procedimientos municipales para la operación de drones en Madrid	Estandarizar y actualizar los procedimientos administrativos municipales relacionados con la operación de drones en la ciudad, incluyendo tanto la solicitud y concesión de permisos como la ocupación del espacio público. Se ajustará al ámbito competencial del Ayuntamiento, garantizando un marco claro, transparente y seguro para operadores y ciudadanía.	Fase 1: 2026 – 2028
02	Revisión de procedimientos municipales para uso de drones en espacio público	Actualizar los procedimientos municipales de ocupación del espacio público por parte de drones, incorporando criterios de riesgo en tierra, y condiciones ambientales y urbanísticas	Fase 1: 2026 – 2028
03	Definición de la figura del piloto municipal de drones	Definir los requisitos y procedimientos para la operación de drones por personal municipal.	Fase 1: 2026 – 2028
04	Elaborar una hoja de ruta técnica y normativa para operaciones UAS en diferentes niveles SAIL, que incorpore los requisitos técnicos y urbanísticos necesarios para la regulación del espacio aéreo urbano.	Recopilar y definir los requisitos técnicos y urbanísticos locales para su integración en la futura regulación del espacio aéreo urbano.	Fase 1: 2026 – 2028
05	Creación de una figura de coordinación U-space en el Ayuntamiento	Designar un responsable municipal como punto de referencia para integrar y acompañar la implementación de U-space en Madrid, facilitando la coordinación con AESA, ENAIRE y otros actores, y supervisando su adaptación en el ámbito urbano y administrativo local. Esta figura actuará como enlace y facilitador, sin asumir competencias regulatorias, pero garantizando el seguimiento y la coherencia de la participación municipal en el despliegue y posterior funcionamiento de U-space.	Fase 1: 2026 – 2028
06	Pruebas piloto de operaciones autónomas habituales	Integración de operaciones autónomas y posteriormente automáticas en la operativa habitual de la ciudades y desarrollo de protocolos específicos para su gestión.	Fase 2: 2029 – 2031
07	Colaborar en el despliegue de espacio aéreo previo a U-space que facilite primeras operaciones recurrentes	Coordinar con AESA y ENAIRE la habilitación de espacios aéreos controlados previos a U-space para posibilitar operaciones recurrentes de movilidad aérea urbana y preparar la transición hacia la implantación plena de U-space.	Fase 2: 2029 – 2031
08	Mantener las necesarias relaciones de coordinación y colaboración con ENAIRE y proveedores de servicios U-space.	Se prevé establecer una infraestructura con personal dedicado que permita realizar la gestión y coordinación con ENAIRE y el proveedor o proveedores de servicios U-space, así como con otras autoridades con competencias asignadas.	Fase 2: 2029 – 2031
09	Participación del Ayuntamiento de Madrid en la realización de una evaluación de riesgos del espacio aéreo.	Participar en el desarrollo de un estudio sobre la evaluación de riesgos del espacio aéreo siguiendo normativa guía actual y realizar solicitud y coordinación con autoridades pertinentes	Fase 2: 2029 – 2031

Acción		Descripción	Horizonte Temporal
O10	Participación en el proceso de despliegue de primer proveedor de servicios U-space (USSP)	Acompañar y facilitar el despliegue del primer USSP en Madrid, coordinando con AESA, ENAIRE y el operador designado. El Ayuntamiento asumirá un rol de interlocución y facilitación urbana, apoyando la integración de este servicio en la ciudad, pero sin responsabilidad directa sobre la provisión ni gestión del mismo.	Fase 2: 2029 – 2031

6.1.4 Infraestructuras

Acción		Descripción	Horizonte Temporal
I1	Protocolo de autorización y supervisión de infraestructuras de movilidad aérea urbana, en ejercicio de competencias no aeronáuticas y de colaboración con las autoridades aeronáuticas competentes	Colaborar, en el ejercicio de las competencias municipales, con las autoridades aeronáuticas competentes en los procedimientos de autorización y supervisión de “vertiports”, dronepads y otras instalaciones aéreas urbanas.	Fase 1: 2026 – 2028
I2	Estudio de red potencial de “vertiports” en la ciudad	Analizar posibles ubicaciones estratégicas para el despliegue de plataformas de despegue y aterrizaje.	Fase 1: 2026 – 2028
I3	Clarificación de competencias y coordinación en la supervisión de infraestructuras UAM	Identificar la autoridad competente para la inspección y supervisión de las infraestructuras UAM, diferenciando entre la dimensión aeronáutica (de competencia estatal o autonómica en cada caso) y las competencias municipales en materia urbanística y de edificación, promoviendo la coordinación entre administraciones.	Fase 2: 2029 – 2031
I4	Análisis de necesidad y participación en el despliegue de infraestructuras específicas para operativas regulares o de emergencia: meteorología, comunicaciones, sensores	Evaluar los requerimientos tecnológicos para una operación segura y eficiente del espacio aéreo urbano. Participación en el despliegue de infraestructura relevante.	Fase 2: 2029 – 2031
I5	Participación en despliegue de primeros prototipos y pilotos de infraestructuras físicas para UAM.	Participación en el despliegue de prototipos iniciales de infraestructuras físicas para UAM (por ejemplo, “vertiports”, “Dronepads” o “Drone-in-a-box”) para operaciones logísticas, sanitarias o experimentales.	Fase 2: 2029 – 2031
I6	Participación en el despliegue de los primeros “vertiports” o plataformas de despegue específicas para operaciones regulares o certificadas, con integración urbanística y normativa.	Participación en el despliegue de los primeros “vertiports” o plataformas de despegue específicas para operaciones regulares o certificadas, con integración urbanística y normativa, ya sea por iniciativa del ayuntamiento o por iniciativa privada.	Fase 3: 2032 – 2035
I7	Incorporación de la red de “vertiports” en Plan General de Ordenación Urbana de Madrid	Integrar en la planificación urbanística la localización estratégica de una red inicial de vertiports y establecer las directrices para su futura ampliación hacia distritos y áreas metropolitanas, asegurando la compatibilidad con el tejido urbano, la movilidad existente y las necesidades de conectividad aérea avanzada.	Fase 3: 2032 – 2035

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
I8	Participación en la integración de eVTOLs tripulados para operaciones comerciales.	Integración de aeronaves no tripuladas eléctricas con capacidad de transporte de pasajeros, especialmente en trayectos metropolitanos.	Fase 4: +2035

6.1.5 Medio ambiente y Ciudadanía

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
C1	Realizar procesos participativos con el ecosistema de Movilidad Aérea Urbana	Organizar procesos participativos para analizar el futuro de la movilidad aérea urbana con la ciudadanía y resto del ecosistema de agentes de la ciudad.	Fase 1: 2026 - 2028
C2	Campañas de divulgación sobre Movilidad Aérea Urbana	Iniciar acciones informativas centradas en explicar casos reales de uso de UAS y sus beneficios a través de proyectos pilotos. Desarrollar materiales pedagógicos y campañas de sensibilización para fomentar el conocimiento general sobre la tecnología y normativa UAS.	Fase 1: 2026 - 2028
C4	Mapa municipal integrado de factores territoriales (ruido, ZEPA, ZBE, UAS...)	Crear un visor geográfico que combine información ambiental, legal y operativa para la planificación de UAM.	Fase 1: 2026 - 2028
C5	Estandarización ambiental para operaciones UAS	Establecer criterios comunes de evaluación de impacto ambiental (ruido, avifauna, áreas sensibles) en el despliegue de UAM.	Fase 2: 2029 - 2031
C6	Promoción de la formación académica y profesional en el sector UAS	Colaborar con instituciones educativas para desarrollar programas formativos específicos sobre movilidad aérea y tecnología de drones.	Fase 2: 2029 - 2031
C7	Evaluación de impacto de la movilidad aérea urbana bajo la perspectiva medioambiental y socioeconómica.	Evaluar el impacto de la movilidad aérea urbana con indicadores de sostenibilidad, eficiencia, aceptación ciudadana y retorno económico	Fase 3: 2032 - 2035

6.1.6 Operadores Económicos

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
E1	Elaborar un inventario de actividades económicas potenciales del sector UAS	Elaborar una base de datos exhaustiva sobre actividades relacionadas con la movilidad aérea urbana incluyendo empresas locales interesadas o ya activas en movilidad aérea urbana existentes en ese momento.	Fase 1: 2026 - 2028
E2	Elaboración de material informativo para operadores interesados en desarrollar servicios de movilidad aérea urbana	Crear guías prácticas sobre trámites, normativa y oportunidades para emprendedores y PYMES.	Fase 1: 2026 - 2028

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
E3	Formalizar un grupo consultivo de operadores económicos, con funciones de evaluación, asesoramiento y orientación estratégica.	Formalizar un grupo consultivo de operadores económicos, con funciones de evaluación, asesoramiento y orientación estratégica.	Fase 2: 2029 - 2031
E4	Oficina de atención y acompañamiento a empresas del sector de la movilidad aérea urbana	Establecer un punto de contacto único para empresas, con servicios de asesoramiento, información y trámites.	Fase 2: 2029 - 2031
E5	Realización de estudios de demanda y análisis de casos de uso prioritarios para la movilidad aérea urbana	Llevar a cabo estudios técnicos y sociales para entender el interés, necesidad y viabilidad de diferentes aplicaciones de la movilidad aérea urbana en el entorno municipal. Esto incluye identificar casos de uso con mayor valor añadido, evaluar la aceptación ciudadana, el impacto territorial y las proyecciones de demanda a corto, medio y largo plazo.	Fase 3: 2032 - 2035

6.1.7 Gobernanza y Ecosistema

	Acción	Descripción	Horizonte Temporal
G1	Consolidación de la Comisión Municipal de Movilidad Aérea Urbana (UAM)	Consolidar la Comisión UAM como órgano permanente de coordinación interdepartamental y participación pública.	Fase 1: 2026 - 2028
G2	Creación de unidades especializadas en movilidad aérea urbana	Establecer unidades especializadas dedicadas a la planificación, gestión e impulso de la movilidad aérea urbana en la organización municipal del Ayuntamiento de Madrid	Fase 1: 2026 - 2028
G3	Definición de mecanismo de coordinación interna del Ayuntamiento de Madrid en materia de drones	Establecer un mecanismo de coordinación entre las diferentes áreas municipales implicadas para garantizar una gestión integrada del uso de drones en la ciudad. Esta coordinación permitirá alinear criterios, evitar duplicidades y facilitar la toma de decisiones conjuntas, asegurando que la participación del Ayuntamiento en iniciativas externas esté respaldada por una estrategia interna coherente. Ligado a G2.	Fase 1: 2026 - 2028
G4	Análisis del potencial uso de drones en las diferentes actividades que realizan las áreas del Ayuntamiento de Madrid	Analizar el potencial uso de drones en las diferentes actividades que desarrollan las áreas del Ayuntamiento de Madrid, identificando los ámbitos de aplicación más relevantes, los beneficios que aportarían en términos de eficiencia, seguridad y reducción de costes, así como las limitaciones técnicas, normativas o económicas que puedan existir.	Fase 1: 2026 - 2028
G5	Elaboración de directrices para la utilización de drones en el Ayuntamiento de Madrid	Establecer directrices para la utilización de drones en el Ayuntamiento de Madrid y de contratación de servicios que utilicen drones.	Fase 1: 2026 - 2028

Acción	Descripción	Horizonte Temporal
G6	Participación formal en el Plan Nacional de U-space (PANDU).	Solicitar formalmente la participación en el desarrollo y aplicación del Plan Nacional de U-space (PANDU), asegurando su participación en las decisiones técnicas y geográficas que afecten a la definición estratégica a nivel nacional. Fase 1: 2026 – 2028 Fase 2: 2029 – 2031 Fase 3: 2032 – 2035
G7	Impulso a la creación de un ecosistema de experimentación y demostración	Se promoverá la puesta en marcha de un ecosistema urbano de experimentación y demostración, facilitando que operadores y empresas puedan probar prototipos y servicios innovadores de movilidad aérea en condiciones reales. El papel municipal se centrará en habilitar espacios de prueba, generar marcos de colaboración y acompañar la cooperación con los actores competentes, favoreciendo así la maduración de soluciones comerciales y la creación de un entorno local propicio para la innovación. Fase 1: 2026 – 2028
G8	Plan de comunicación	Realizar campañas informativas dirigidas a la ciudadanía. Fase 1: 2026 – 2028
G9	Creación de grupo técnico de coordinación interinstitucional local	Establecer un grupo técnico de coordinación entre el Ayuntamiento, ENAIRE, AESA y la Policía Municipal para reforzar la cooperación institucional a nivel local. Fase 1: 2026 – 2028
G10	Desarrollo de un portal para la movilidad aérea urbana	Diseñar e implementar una plataforma digital que centralice trámites, información y notificaciones sobre movilidad aérea urbana, integrada con sistemas nacionales y europeos. Implantar una ventanilla única digital para la tramitación de autorizaciones, en coordinación con ENAIRE y autoridades locales. Fase 2: 2029 – 2031
G11	Posicionar a Madrid como referente europeo en integración avanzada de la tercera dimensión en la planificación urbana y los servicios públicos.	Impulsar una estrategia de proyección internacional que consolide a Madrid como ciudad líder en la integración de la dimensión aérea en la planificación urbana, promoviendo la cooperación con redes europeas, proyectos de innovación y plataformas de movilidad inteligente. Fase 2: 2029 – 2031
G12	Inscripción del Ayuntamiento de Madrid como operador de drones	Inscripción del Ayuntamiento de Madrid como operador de drones, si se llevan a cabo desde diferentes áreas, un volumen de actividades que no puedan ser cubiertas por la sección de Apoyo Aéreo de la Policía Municipal. Fase 2: 2029 – 2031
G13	Establecer mecanismos de seguimiento y evaluación	Evaluar periódicamente la normativa municipal para identificar problemas y posibles mejoras normativas. Fase 3: 2032 – 2035

6.2 Conclusiones

Las actividades propuestas muestran una estrategia integral para el desarrollo de la movilidad aérea urbana (UAM) en la ciudad a través de una hoja de ruta clara, escalonada y multidimensional. En el corto plazo (2026-2028), se priorizan la creación de estructuras de gobernanza sólidas, el desarrollo normativo municipal, la coordinación con el marco autonómico, nacional y europeo, y la puesta en marcha de pilotos y entornos de experimentación controlados. Esta fase inicial permitirá sentar las bases regulatorias, operativas y tecnológicas necesarias para un despliegue seguro y eficiente de la UAM, asegurando la participación ciudadana y la integración interinstitucional.



Ilustración 19
Imagen aérea de
la Puerta de Alcalá.
Fuente: Policía
Municipal de Madrid

A medio plazo (2029-2031), las acciones se centrarán en la consolidación del marco de gestión, la cooperación institucional y la expansión tecnológica, como el despliegue de U-space o la habilitación de las primeras infraestructuras y pilotos operativos. También se busca regular el impacto ambiental y urbanístico, impulsar la estandarización de criterios de seguridad y fortalecer la relación con operadores económicos mediante grupos consultivos, oficinas de apoyo y estudios de demanda. Esta etapa está orientada a generar un ecosistema industrial y tecnológico maduro que posicione a la ciudad como referente europeo en la gestión de la tercera dimensión urbana.

Finalmente, a largo plazo (2032 en adelante), el énfasis está en la expansión y maduración del sistema, incorporando operaciones más complejas, la integración plena de eVTOL tripulados, el desarrollo de corredores aéreos y la ampliación de infraestructuras estratégicas. Se prevé una actualización normativa constante basada en la evaluación normativa, y en la experiencia que se obtenga de la obtención de datos y de la realización de experiencias piloto, así como el fortalecimiento de indicadores de sostenibilidad y aceptación ciudadana. En esta fase, la ciudad habría avanzado sustancialmente hacia una integración total de la UAM como parte estructural de su red de movilidad, conectada con otras ciudades inteligentes y garantizando beneficios económicos, ambientales y sociales a largo plazo.

A continuación, se resumen las acciones de cada eje en relación con la línea temporal propuesta:

Normativa y regulación

Durante el corto plazo (2026-2028), se regulará mediante ordenanza municipal el uso de UAS en la prestación de servicios públicos municipales, tanto por la Policía Municipal y los servicios de emergencia (Bomberos,

Protección Civil), que constituyen operaciones NO EASA, como en la utilización de todas las funcionalidades que permita la tecnología en operaciones de UAS (control del estado de arbolado, infraestructuras públicas de titularidad municipal, control de plagas, cartografía, entre otros muchos), ofreciendo la máxima seguridad jurídica tanto para el ejercicio de la función pública como de la garantía de los derechos individuales. Se redactará una Ordenanza Municipal que establezca las bases regulatorias para dar soporte en el ámbito de sus competencias a las operaciones aéreas, las infraestructuras y la protección de derechos ciudadanos, especialmente en lo relativo a privacidad y ruido. Asimismo, se reforzará la colaboración con DGAC, AESA, ENAIRE y la Comunidad de Madrid, entre otros, colaborando en soluciones tanto normativas como no normativas.

A medio plazo (2029-2031), se trabajará en la creación de un marco jurídico municipal específico para la movilidad aérea urbana, que establezca las bases regulatorias para dar soporte en el ámbito de sus competencias a las operaciones aéreas, las infraestructuras y la protección de derechos ciudadanos, especialmente en lo relativo a privacidad y ruido. En caso de resultar necesario se adaptará la normativa urbanística y ambiental de competencia municipal, dentro del marco legislativo estatal y autonómico. Se evaluará la implementación de estándares técnicos para “vertiports”, estaciones de carga y demás infraestructuras asociadas, informando a las autoridades y poderes normativos competentes, tanto estatales como autonómicos, al objeto de proponer mejoras regulatorias.

En el largo plazo (2032-2035), se prevé la actualización continua del marco regulatorio en función de los resultados de pruebas piloto y la evolución tecnológica. La ciudad participará activamente en los procedimientos de elaboración normativa, tanto europea, como nacional y autonómica, para la mejor satisfacción de los intereses generales legalmente encomendados.

Seguridad

En el corto plazo (2026-2028), la prioridad será el establecimiento de una estructura sólida de gobernanza y respuesta ante incidentes vinculados a la movilidad aérea. Se implantará un sistema de intercambio de información con el Ministerio del Interior y se desarrollarán formularios únicos de notificación y un régimen sancionador homogéneo para garantizar trazabilidad y coherencia administrativa. Paralelamente, se consolidará una unidad especializada en la gestión de la Movilidad Aérea Urbana dentro de la Policía Municipal, responsable de la inspección, vigilancia y control de operaciones UAS, y de la coordinación en situaciones de emergencia.

A medio plazo (2029-2031), se reforzarán las capacidades tecnológicas y operativas con la implementación de un sistema municipal de vigilancia, control y gestión de incidencias de UAS, que permitirá monitorizar en tiempo real el tráfico aéreo urbano. Se promoverá también la asignación de frecuencias exclusivas para emergencias aéreas con UAS y el diseño de protocolos de activación de zonas de exclusión dinámica para responder de manera inmediata ante eventos especiales o situaciones críticas. Además, se impulsarán campañas de formación y capacitación dirigidas al personal técnico y policial.

En el largo plazo (2032-2035), se buscará consolidar un ecosistema de seguridad proactivo, capaz de anticipar riesgos y responder de forma automatizada ante contingencias, en el que el Ayuntamiento, entre otras iniciativas, participará en los procedimientos de revisión y planificación de zonas de vuelo, corredores y planes de evacuación aérea en coordinación con autoridades competentes.

Operaciones

En el corto plazo (2026-2028), se avanzará en la definición del marco operativo municipal para la gestión de drones y aeronaves UAM en la ciudad. Se revisarán y estandarizarán los procedimientos administrativos relacionados con la solicitud de permisos y la ocupación del espacio público, adaptándolos al ámbito competencial del Ayuntamiento y garantizando un entorno normativo claro y seguro. Se definirá la figura del piloto municipal de drones y se elaborará una hoja de ruta técnica y

normativa que incorpore los requisitos locales necesarios para la integración de las operaciones UAS en el espacio aéreo urbano. Asimismo, se designará una figura de coordinación U-space dentro del Ayuntamiento, encargada de facilitar la relación con AESA, ENAIRE y los proveedores de servicios, garantizando la coherencia y el seguimiento del proceso de implantación.

A medio plazo (2029-2031), se impulsará la realización de pruebas piloto de operaciones autónomas y la coordinación con las autoridades competentes para habilitar espacios aéreos controlados que sirvan de transición hacia el despliegue completo de U-space. Se establecerán canales de colaboración permanentes con ENAIRE y los proveedores de servicios U-space, así como mecanismos de gestión conjunta del espacio aéreo urbano. Además, se promoverá la participación del Ayuntamiento en la evaluación de riesgos del espacio aéreo y en el proceso de despliegue del primer proveedor de servicios U-space en la ciudad, desempeñando un papel de facilitador urbano y de enlace institucional.

En el largo plazo (2032-2035), el sistema operativo alcanzará un grado de madurez que permitirá integrar operaciones automatizadas y servicios U-space plenamente funcionales. Madrid consolidará su papel como referente en la gestión urbana del espacio aéreo, con un marco operativo coordinado, seguro y alineado con las políticas europeas de movilidad aérea innovadora.

Infraestructuras

En el corto plazo (2026-2028), se llevarán a cabo estudios para identificar ubicaciones estratégicas de "vertiports" y se colaborará con otras autoridades competentes procedimientos oficiales para autorizar y supervisar "vertiports", dronepads y otras instalaciones aéreas urbanas.

A medio plazo (2029-2031), se impulsará el desarrollo de infraestructuras para la movilidad aérea urbana mediante tres líneas de acción: la creación de, el análisis y colaboración en el despliegue de infraestructuras tecnológicas de apoyo como meteorología o comunicaciones, y la participación en los primeros prototipos y pilotos de vertiports, dronepads o sistemas drone-in-a-box.

En el largo plazo (2032-2035) se consolidará una red urbana e interurbana de vertiports diseñada para operaciones complejas con eVTOL tripulados. Durante esta etapa se prevé la participación en el despliegue de los primeros vertiports o plataformas de despegue certificadas, impulsadas por iniciativa pública o privada, así como la integración de esta red en el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, definiendo su localización estratégica y compatibilidad con la movilidad existente. A partir de 2035 se avanzará en la integración de aeronaves eVTOL tripuladas para operaciones comerciales regulares, consolidando la conectividad aérea avanzada de la ciudad.

Medio Ambiente y Ciudadanía

En el corto plazo (2026-2028), se pondrá el foco en informar y sensibilizar a la ciudadanía sobre la movilidad aérea urbana. Se organizarán procesos participativos con la ciudadanía y el ecosistema de agentes implicados para analizar el futuro de esta nueva movilidad, y se lanzarán campañas de divulgación y materiales pedagógicos que expliquen casos reales de uso y beneficios de las operaciones con drones. Además, se desarrollará un mapa municipal interactivo que integre datos ambientales, territoriales y normativos para apoyar la planificación de la movilidad aérea urbana.

A medio plazo (2029-2031), se colaborará con los órganos estatales competentes a efecto de trasladar criterios relativos a los impactos ambientales urbanos, considerando factores como el ruido, la afección a la fauna y la protección de áreas sensibles. También se promoverá la colaboración con instituciones educativas para fomentar la formación académica y profesional en el sector, favoreciendo el desarrollo de capacidades locales y especializadas.

En el largo plazo (2032-2035), se prevé consolidar un modelo de ciudad sostenible y participativa en el que la movilidad aérea se integre de manera equilibrada con

el entorno urbano. Se llevará a cabo una evaluación del impacto medioambiental y socioeconómico de la movilidad aérea urbana, incorporando indicadores de sostenibilidad, eficiencia y aceptación ciudadana, con el objetivo de orientar las políticas públicas hacia un desarrollo responsable del sector.

Operadores económicos

En el corto plazo (2026-2028), se elaborará un inventario de actividades económicas vinculadas al sector UAS, identificando empresas locales activas o interesadas en la movilidad aérea urbana. Paralelamente, se desarrollará material informativo y guías prácticas dirigidas a operadores y emprendedores, explicando los trámites, requisitos normativos y oportunidades de negocio, y se fomentarán espacios de encuentro con startups, pymes y grandes operadores para facilitar su participación en el nuevo ecosistema.

A medio plazo (2029-2031), se avanzará en la formalización de un grupo consultivo de operadores económicos con funciones de evaluación, asesoramiento y orientación estratégica, y en la creación de una oficina de atención y acompañamiento empresarial que actúe como punto de contacto único para el sector. Asimismo, se promoverán estudios de demanda y análisis de casos de uso prioritarios para identificar las aplicaciones con mayor impacto económico, social y territorial en el ámbito municipal.

En el largo plazo (2032-2035), se consolidará un ecosistema empresarial competitivo y sostenible, capaz de generar empleo cualificado y atraer inversión nacional e internacional. Madrid se posicionará como un hub de innovación y desarrollo tecnológico en movilidad aérea urbana, impulsando la exportación de soluciones y el crecimiento de su tejido económico vinculado al sector.

Gobernanza y Ecosistema

En el corto plazo (2026-2028), la prioridad será consolidar una estructura de gobernanza sólida que permita colaborar todos los actores implicados en la movilidad aérea urbana. Se potenciarán los trabajos de la Comisión Municipal de Movilidad Aérea Urbana, estableciéndola como órgano permanente de coordinación y participación pública, y se crearán unidades especializadas y mecanismos internos de coordinación entre las distintas áreas municipales para garantizar una gestión integrada del uso de drones en la ciudad. Se elaborarán directrices para la utilización de drones en el ámbito municipal y se analizará el potencial de uso de drones en las diferentes actividades del Ayuntamiento, identificando beneficios y limitaciones. En esta etapa también se promoverá la puesta en marcha de un ecosistema urbano de experimentación y demostración, facilitando que operadores y empresas puedan probar prototipos y servicios innovadores en condiciones reales, y se impulsará la participación formal en el Plan Nacional de U-space (PANDU), asegurando la continuidad de esta colaboración en las fases siguientes.

A medio plazo (2029-2031), se buscará consolidar un ecosistema de colaboración público-privada, integrando empresas, universidades y ciudadanía en el desarrollo de la movilidad aérea urbana. Se prevé establecer una ventanilla única digital para centralizar trámites y notificaciones relacionadas con la movilidad aérea, en coordinación con ENAIRE y las autoridades competentes. Además, se formalizará un grupo técnico de coordinación interinstitucional entre el Ayuntamiento, ENAIRE, AESA y la Policía Municipal, y se valorará la inscripción del Ayuntamiento como operador de drones si la demanda lo requiere. En el largo plazo (2032-2035), el objetivo será posicionar a Madrid como referente europeo en la integración de la tercera dimensión en la planificación urbana y los servicios públicos. La gobernanza estará plenamente consolidada, con estructuras permanentes de seguimiento y cooperación con redes internacionales de ciudades y proyectos de innovación. Además, se establecerán mecanismos de seguimiento y evaluación que garanticen la transparencia, la mejora continua y la adaptación de la normativa municipal a los avances tecnológicos y regulatorios.

Referencias

- Aalmoes, R., Sieben, N., & Bruijn, B. d. (s.f.). The influence of contextual non-auditory factors on Drone Sound Perception.
- AESA. (2022). Libro Blanco de I+D para la Aviación No Tripulada en España .
- Ayush, P., Michel , N., & Xinfan, L. (2025). Enhancing Multicopter Drone Efficiency: Exploring Minimum Energy Consumption of Forward Flight Under Varying Payload.
- BDU. (2025). Obtenido de buydroneuavs: <https://buydroneuavs.com/news-articles/fixed-wing-uav-vs-multi-rotor-drone.html>
- Çetin, E., Cano, A., Derans, R., Tres, S., & Barrado, C. (2022). Implementing mitigations for improving societal acceptance of Urban Air Mobility.
- Clúster Español de Movilidad Aérea Innovadora (SIAM). (2025). Libro Blanco de Vertipuertos.
- Comunidad de Madrid. (2022). Plan de Movilidad Sostenible.
- Comunidad de Madrid. (Enero de 2025). Comunidad de Madrid. Obtenido de Nota de prensa: La Comunidad de Madrid logra récord histórico con más de 1.700 millones de viajeros en su transporte público: <https://www.comunidad.madrid/noticias/2025/02/19/comunidad-madrid-logra-record-historico-1700-millones-viajeros-su-transporte-publico?>
- Cranfield, U. d. (2024). UAVs: Unlocking positive transformation in the world.
- EASA. (2021). Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe.
- EASA. (2022). Prototype Technical Design Specifications for Vertiports.
- Embention. (s.f.). Embention. Obtenido de <https://www.embention.com/es/noticias/tipos-de-drones-y-sus-principales-ventajas/>
- European Commission / EACEA. (2022). Drones and sustainable Urban Air Mobility (UAM).
- European Commission. (2019). Reglamento Delegado (UE) 2019/945.
- Fact.MR. (2024). GlobeNewswire. Obtenido de <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/09/09/2942712/0/en/Fixed-Wing-Drone-Market-is-Forecasted-to-Expand-at-a-CAGR-of-17-2-and-Reach-US-40-6-Billion-by-2034-Fact-MR-Report.html>
- Fahlstrom, P. G., & Gleason, T. J. (2022). Introduction to UAV Systems, 5th Edition. Wiley-IEEE Press.
- Gill University. (2024). A meta-analysis of the impact of drones on birds.
- Global Market Insights (2024) – Advanced Air Mobility (AAM) Market Size, Industry Analysis Report, Regional Outlook, Application Development Potential, Price Trend, Competitive Market Share & Forecast, 2024–2034. (s.f.). Obtenido de <https://www.gminsights.com/industry-analysis/advanced-air-mobility-aam-market>
- González, C., M. U., & Tojal, M. (2023). UAM services, safety and social acceptance analysis – AMU-LED Project.
- Grand View Research. (2024). Grand View Research. Obtenido de Europe Advanced Air Mobility Market Size & Trends Analysis Report by Component, by Platform, by End-use, by Region, and Segment Forecasts, 2024–2035: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/advanced-air-mobility-market>
- Howe, S. (2022). Perspectives on Continuing Growth in the Drone Delivery Industry.
- INE. (Mayo de 2025). INE. Obtenido de Informe Estadística de Transporte de Viajeros: <https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion>.

- htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176906&idp=1254735576820&menu=ultiDatos
- Madrid, C. d. (Junio de 2025). Conclusiones Grupo de trabajo Infraestructuras. Madrid, España.
- Martín, M. A. (2025). Censo de la Comunidad de Madrid. Obtenido de Portal web del Ayuntamiento de Madrid: <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/El-Ayuntamiento/Estadistica/Distritos-en-cifras/Distritos-en-cifras-Informacion-de-Distritos-/?vgnextfmt=default&vgnextoid=74b33ece5284c310VgnVCM10000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=27002d05cb71b310VgnVCM100>
- Merchán, C. (enero de 2025). Gridflight. Obtenido de <https://www.gridflight.tech/blog/innovacion-en-la-deteccion-temprana-de-plagas/>
- Mordor Intelligence. (2024). Mercado de mensajería, mensajería urgente y paquetería (CEP) en España. Obtenido de Mordor Intelligence: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/spain-courier-express-and-parcel-market?>
- Swapnil, P. (June de 2025). Market research future. Obtenido de <https://www.marketresearchfuture.com/reports/fixed-wing-drone-market-35415>
- Tojal, M., & Paletti, L. (2023). Is Urban Air Mobility environmentally feasible? Defining the guidelines for a sustainable implementation of its ecosystem.
- UIC²/Smart Cities Marketplace (UE). (2021). Urban Air Mobility and Sustainable Urban Mobility Planning – Practitioner Briefing.

Siglas

- AAM:** Advanced Air Mobility: Movilidad Aérea Avanzada
- AESA:** Agencia Estatal de Seguridad Aérea: Autoridad española de aviación civil
- AIP:** Aeronautical Information Publication: Publicación de Información Aeronáutica
- AMC:** Acceptable Means of Compliance: Medios Aceptables de Cumplimiento
- ANSP:** Air Navigation Service Provider: Proveedor de Servicios de Navegación Aérea
- AOC:** Air Operator Certificate: Certificado de Operador Aéreo
- ATM:** Air Traffic Management: Gestión del Tráfico Aéreo
- BVLOS:** Beyond Visual Line of Sight: Más allá del Alcance Visual
- C2:** Command and Control: Comando y Control
- C-UAS:** Counter-Unmanned Aircraft Systems: Sistemas Contra Drones / Contra UAS
- CBO:** Community-Based Organization: Organización Comunitaria (para operadores recreativos)
- COA:** Certificate of Authorization: Certificado de Autorización
- CONOPS:** Concept of Operations: Concepto de Operaciones
- CTOL:** Conventional Take-Off and Landing: Despegue y Aterrizaje Convencional
- EASA:** European Union Aviation Safety Agency: Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea
- EVLOS:** Extended Visual Line of Sight: Alcance Visual Extendido
- eVTOL:** Electric Vertical Take-Off and Landing: Despegue y Aterrizaje Vertical Eléctrico
- EUROCONTROL:** European Organisation for the Safety of Air Navigation: Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea
- FAA:** Federal Aviation Administration: Administración Federal de Aviación (EE.UU.)
- GCS:** Ground Control Station: Estación de Control en Tierra
- GM:** Guidance Material: Material de Orientación
- IAM:** Innovative air mobility: movilidad aérea innovadora
- ICAO:** International Civil Aviation Organization: Organización de Aviación Civil Internacional
- LUC:** Light UAS Operator Certificate: Certificado de Operador de UAS Ligero
- NAA:** National Aviation Authority: Autoridad Nacional de Aviación
- NOTAM:** Notice to Airmen / Notice to Air Missions: Aviso a Aviadores / Misiones
- OEM:** Original Equipment Manufacturer: Fabricante de Equipos Originales
- PDRA:** Pre-Defined Risk Assessment: Evaluación de Riesgo Predefinida
- RPAS:** Remotely Piloted Aircraft System: Sistema de Aeronave Pilotada Remotamente

ANEXOS

ANEXO I

Listado de grupos de trabajo y entidades participantes

Grupo de trabajo: Normativa

- Presidente: David Agrait (Dirección General de Gestión y Vigilancia de la Circulación)
- Objetivos:
 - o Analizar la normativa existente – europea, nacional y autonómica – y su afección a la normativa local.
 - o Definición de los requisitos jurídicos y procedimientos de autorización de las actividades vinculadas a las actividades de movilidad aérea urbana (autorizaciones, tasas, etc.)
 - o Elaboración de propuestas normativas y de gestión.
 - o Interlocución con el resto de las administraciones.
 - o Formación interna en el Ayuntamiento de Madrid.
- Entidades participantes: Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, EMT, Eversheds Sutherland, Murzilli Consulting, Pinsent Masons, ETRAIR (grupo ETRA), Expodrónica

Grupo de trabajo: Seguridad

- Presidente: Pablo Enrique Rodríguez (Director General de la Policía Municipal)
- Objetivos:
 - o Definición de los requisitos de seguridad de los vuelos.
 - o Definición de zonas de exclusión.
 - o Definición de protocolos de actuación ante brechas de seguridad.
- Entidades participantes: Ayuntamiento de Madrid, EMT, Globalvia/Bluenest, UPM, UP Valencia, SENASA, Sousa Consultores, Comunidad de Madrid

Grupo de trabajo: Operación

- Presidente: José Javier Rodríguez (Subdirector General de Regulación de la Circulación y Taxi)
- Objetivos:
 - o Definición de los requisitos operativos.
 - o Interlocución con los proveedores de navegación aérea.
 - o Definición de procedimientos operativos de seguridad y emergencias ante incidencias.
- Entidades participantes: Ayuntamiento de Madrid, EMT, Comunidad de Madrid, SACYR, GESNAER, Murzilli Consulting, Globalvia/Bluenest, UPM, ENAIRE, SENASA, ITG

Grupo de trabajo: Infraestructura

- Presidenta: María Dolores Ortiz (Directora General de Planificación e Infraestructuras de la Movilidad)
- Objetivos:
 - o Analizar el despliegue de infraestructuras de movilidad aérea urbana desde el punto de vista urbanístico y de seguridad.
 - o Analizar los procedimientos de establecimiento de infraestructuras para diferentes necesidades:
 - o Transporte de pasajeros.
 - o Transporte de mercancías.
 - o Análisis de uso de drones (aterrizaje/despague) en edificios y espacios públicos.
- Entidades participantes: Ayuntamiento de Madrid, EMT, Comunidad de Madrid, CITET, A T Kearney, SENASA, ENAIRE, INECO, ACS / IRIDIUM, Universidad de Alicante

Grupo de trabajo: Medio Ambiente y Ciudadanía

- Presidenta: Margarita Torres (Directora General de Planificación Estratégica)
- Objetivos:
 - o Analizar los requisitos medioambientales (ruido, emisiones, carga eléctrica, etc.) de la infraestructura y operación de drones.
 - o Realizar los estudios necesarios para la implantación de servicios de movilidad aérea en la ciudad y su aceptación por la ciudadanía (privacidad, ruidos, seguridad, etc.).
 - o Definir los modelos de interacción con el ciudadano: canales, contenidos, gestión de incidencias, comunicación pública, etc.
- Entidades participantes: Ayuntamiento de Madrid, EMT, Vantor Innovations, Globalvia/Bluenest, Pinsent Masons, SENASA, ITG, NTT Data, Comunidad de Madrid

Grupo de trabajo: Operadores Económicos

- Presidenta: Marta Alonso (Directora de Gestión y Vigilancia de la Circulación)
- Objetivos:
 - o Análisis de propuestas de los agentes económicos en materia de movilidad aérea.
 - o Determinación de áreas y proyectos de interés.
 - o Desarrollo de proyectos piloto. Ej. Bluenest (Openvia) para el transporte de muestras médicas entre el Hospital Ramón y Cajal y Carlos III.
- Entidades participantes: Ayuntamiento de Madrid, Vantor Innovations, Globalvia/Bluenest, EMT, CITET, AT Kerney, Madrid Mobility Lab, INECO, UPM, ANRA Technologies, NTT Data, ENAIRE, Crea MNN, ITG.

ANEXO 2

Plantilla propuesta para inventario de actividades económicas y casos de uso de servicios de movilidad aérea urbana en la ciudad de Madrid

FICHA Nº xxxx

Nombre del caso de uso: *(Servicio o actividad económica para el que sea necesario la utilización de la movilidad aérea urbana. Ejemplo: Traslado y transporte de medicamentos)*

Descripción del servicio propuesto: *(Descripción lo más detallada que sea posible)*

¿Existen experiencias piloto en desarrollo y/o finalizadas?

En caso afirmativo, describir. *(Descripción lo más detallada que sea posible)*

En caso negativo, ¿cree que es necesario el desarrollo de experiencia piloto?
(Descripción lo más detallada que sea posible)

¿Son necesarios cambios normativos para el desarrollo del caso de uso? En caso afirmativo *(Descripción lo más detallada que sea posible y previsión de materialización de esos cambios)*

¿Existen ya drones/eVTOLs en el mercado autorizados y capaces de proporcionar el servicio de Movilidad Aérea Urbana?

En caso afirmativo, indicar las características fundamentales que deben tener.

En caso negativo, indicar si se conoce el tiempo estimado en el que puede estar disponible

¿Es necesaria la implantación total del espacio UAS para iniciar el servicio? *(Descripción lo más detallada que sea posible)*

¿Qué infraestructuras o servicios se necesitarían para el desarrollo del servicio propuesto? *(Descripción lo más detallada que sea posible identificando si serían proporcionados por los operadores económicos o es necesaria la participación del Ayuntamiento de Madrid o de otras administraciones)*

¿Sería necesario un servicio logístico o de transporte terrestre complementario? en caso afirmativo, describir *(Descripción lo más detallada que sea posible)*

¿Tiene conocimiento de alguna empresa o administración que esté trabajando en la implantación de este servicio? *En caso afirmativo, si cuenta con ello, por favor proporcionar contacto*

¿En qué espacio temporal considera que el servicio puede ser una realidad?

Aportar la documentación e información que considere adecuada.

ANEXO 3

Normativas Aplicables

- [Ref. 1] Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea – Ley de Navegación Aérea.
- [Ref. 2] Instrumento de ratificación del Protocolo relativo al texto auténtico trilingüe del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Chicago, 1944), firmado en Buenos Aires el día 24 de septiembre de 1968 – Convenio de la OACI o Convenio de Chicago.
- [Ref. 3] Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea (RCA) – RCA.
- [Ref. 4] Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea – Ley de Seguridad Aérea.
- [Ref. 5] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- [Ref. 6] Reglamento (CE) 549/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de marzo de 2004, por el que se fija el marco para la creación del cielo único europeo – Reglamento marco.
- [Ref. 7] Reglamento (CE) 551/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de marzo de 2004, relativo a la organización y utilización del espacio aéreo en el cielo único europeo – Reglamento del Espacio Aéreo.
- [Ref. 8] Reglamento (CE) 2150/2005 de la Comisión, de 23 de diciembre de 2005, por el que se establecen normas comunes para la utilización flexible del espacio aéreo – Reglamento FUA.
- [Ref. 9] Reglamento (UE) 748/2012 de la Comisión, de 3 de agosto de 2012, por el que se establecen las disposiciones de aplicación sobre la certificación de aeronavegabilidad y medioambiental o la declaración de conformidad de las aeronaves y los productos, componentes y equipos relacionados con ellas, así como sobre los requisitos de capacidad de las organizaciones de diseño y de producción.
- [Ref. 10] Reglamento de Ejecución (UE) 923/2012 de la Comisión, de 26 de septiembre de 2012, por el que se establecen el reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea, y por el que se modifican el Reglamento de Ejecución (UE) 1035/2011 y los Reglamentos (CE) 1265/2007, (CE) 1794/2006, (CE) 730/2006, (CE) 1033/2006 y (UE) 255/2010 – Reglamento SERA (por sus siglas en inglés, Standardised European Rules of the Air).
- [Ref. 11] Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- [Ref. 12] Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 de la Comisión, de 1 de marzo de 2017, por el que se establecen requisitos comunes para los proveedores de servicios de gestión del tránsito aéreo/navegación aérea y otras funciones de la red de gestión del tránsito aéreo y su supervisión, por el que se derogan el Reglamento (CE) 482/2008 y los Reglamentos de Ejecución (UE) 1034/2011, (UE) 1035/2011 y (UE) 2016/1377, y por el que se modifica el Reglamento (UE) 677/2011.
- [Ref. 13] Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifican el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea – Real Decreto de RPAS (por sus siglas en inglés, Remotely Piloted Aircraft System).
- [Ref. 14] Reglamento (UE) 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4

de julio de 2018, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea y por el que se modifican los Reglamentos (CE) 2111/2005, (CE) 1008/2008, (UE) 996/2010 y (UE) 376/2014 y las Directivas 2014/30/UE y 2014/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y se derogan los Reglamentos (CE) 552/2004 y (CE) 216/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CEE) 3922/91 del Consejo – Reglamento Base.

- [Ref. 15] Real Decreto 1180/2018, de 21 de septiembre, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y se modifican el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea; el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y el Reglamento de certificación y verificación de aeropuertos y otros aeródromos de uso público; el Real Decreto 931/2010, de 23 de julio, por el que se regula el procedimiento de certificación de proveedores civiles de servicios de navegación aérea y su control normativo; y el Reglamento de la Circulación Aérea Operativa, aprobado por Real Decreto 601/2016, de 2 de diciembre.
- [Ref. 16] Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión, de 12 de marzo de 2019, sobre los sistemas de aeronaves no tripuladas y los operadores de terceros países de sistemas de aeronaves no tripuladas.
- [Ref. 17] Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019, relativo a las normas y los procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.
- [Ref. 18] Reglamento de Ejecución (UE) 2020/469 de la Comisión, de 14 de febrero de 2020, por el que se modifican el Reglamento (UE) 923/2012, el Reglamento (UE) 139/2014 y el Reglamento (UE) 2017/373 en lo que respecta a los requisitos para los servicios de gestión del tránsito aéreo y de navegación aérea, el diseño de estructuras del espacio aéreo, la calidad de los datos y la seguridad de las pistas, y se deroga el Reglamento (UE) 73/2010.
- [Ref. 19] Reglamento Delegado (UE) 2020/1058 de la Comisión, de 27 de abril de 2020, por el que se modifica el Reglamento Delegado (UE) 2019/945 en lo que respecta a la introducción de dos nuevas clases de sistemas de aeronaves no tripuladas.
- [Ref. 20] Reglamento de Ejecución (UE) 2020/639 de la Comisión, de 12 de mayo de 2020, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 en lo que concierne a los escenarios estándar de operaciones ejecutadas dentro o más allá del alcance visual.
- [Ref. 21] Reglamento de Ejecución (UE) 2020/746 de la Comisión, de 4 de junio de 2020, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 en lo que respecta al aplazamiento de las fechas de aplicación de determinadas medidas en el contexto de la pandemia de COVID-19.
- [Ref. 22] Resolución de 4 de diciembre de 2020, de la Dirección de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, por la que se aprueban escenarios estándar nacionales (STS-ES) para operaciones de UAS en la categoría “específica” al amparo de una declaración operacional de conformidad con el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión, de 24 de mayo de 2019, relativo a las normas y procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.
- [Ref. 23] Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664 de la Comisión, de 22 de abril de 2021, sobre un marco regulador para el U-space – Reglamento del U-space.
- [Ref. 24] Reglamento de Ejecución (UE) 2021/665 de la Comisión, de 22 de abril de 2021, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 en lo que se respecta a los requisitos para los proveedores de servicios de gestión del tránsito aéreo/navegación aérea y otras funciones de la red de gestión

del tránsito aéreo en el Espacio aéreo U-space designado en el Espacio aéreo controlado.

- [Ref. 25] Reglamento de Ejecución (UE) 2021/666 de la Comisión, de 22 de abril de 2021, por el que se modifica el Reglamento (UE) 923/2012 en lo que se refiere a los requisitos para la aviación tripulada que opera en el Espacio aéreo U-space.
- [Ref. 26] Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1166 de la Comisión, de 15 de julio de 2021, que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2021/947 por lo que respecta al aplazamiento de la fecha de aplicación de los escenarios estándar para las operaciones ejecutadas dentro o más allá del alcance visual.
- [Ref. 27] Reglamento de Ejecución (UE) 2022/425 de la Comisión, de 14 de marzo de 2022, que modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 por lo que respecta al aplazamiento de las fechas de transición para la utilización de determinados sistemas de aeronaves no tripuladas en la categoría «abierta», así como la fecha de aplicación de los escenarios estándar para las operaciones ejecutadas dentro o más allá del alcance visual.
- [Ref. 29] Real Decreto 310/2022, de 3 de mayo, por el que se completa el régimen jurídico para la aprobación de los cambios de espacio aéreo y los procedimientos civiles de vuelo.
- [Ref. 30] Reglamento de Ejecución (UE) 2023/1770 de la Comisión, de 12 de septiembre de 2023, por el que se establecen disposiciones sobre los equipos de aeronaves necesarios para el uso del espacio aéreo del cielo único europeo y las normas operativas asociadas al uso del espacio aéreo del cielo único europeo, y se derogan el Reglamento (CE) 29/2009 y los Reglamentos de Ejecución (UE) 1206/2011, (UE) 1207/2011 y (UE) 1079/2012.
- [Ref. 31] Reglamento (UE) 139/2014, que establece requisitos técnicos y de operación para aeródromos, aplicables por analogía a la infraestructura de vertiports.
- [Ref. 32] Real Decreto 517/2024, de 4 de junio, por el que se desarrolla el régimen jurídico para la utilización civil de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), y se modifican diversas normas reglamentarias en materia de control a la importación de determinados productos respecto a las normas aplicables en materia de seguridad de los productos; demostraciones aéreas civiles; lucha contra incendios y búsqueda y salvamento y requisitos en materia de aeronavegabilidad y licencias para otras actividades aeronáuticas; matriculación de aeronaves civiles; compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos; Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea; y notificación de sucesos de la aviación civil– Real Decreto de UAS.
- [Ref. 33] Real Decreto 862/2009, que aprueba las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos civiles y su certificación.
- [Ref. 34] Real Decreto 1070/2015, que regula la ordenación del espacio aéreo y el procedimiento de coordinación con la autoridad de navegación aérea.
- [Ref. 35] Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.
- [Ref. 36] Decreto 244/2023, sobre la estructura orgánica de la consejería de vivienda.
- [Ref. 37] Ley 3/2010 de instalaciones aeronáuticas de la Comunidad de Madrid.
- [Ref. 38] Decreto 235/2023, sobre la estructura orgánica de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura e Interior
- [Ref. 39] Ley 9/2001 del suelo de la Comunidad de Madrid
- [Ref. 40] Ley 16/1995, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.

- [Ref. 41] Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.
- [Ref. 42] Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.
- [Ref. 43] Ordenanza de Movilidad Sostenible, de 5 de octubre de 2018
- [Ref. 44] Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica, de 25 de febrero de 2011
- [Ref. 45] Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica, de 25 de febrero de 2011

Otras Referencias Consideradas

A continuación, se listan otras referencias tenidas en cuenta:

- [Ref. 46] Anexo 2 al Convenio de la OACI: Reglamento del aire.
- [Ref. 47] Anexo 4 al Convenio de la OACI: Cartas aeronáuticas.
- [Ref. 48] Anexo 6 al Convenio de la OACI: Operación de aeronaves.
- [Ref. 49] Anexo 10 al Convenio de la OACI: Telecomunicaciones aeronáuticas.
- [Ref. 50] Anexo 11 al Convenio de la OACI: Servicios ATS.
- [Ref. 51] Anexo 14 al Convenio de la OACI: Aeródromos.
- [Ref. 52] Anexo 15 al Convenio de la OACI: Servicios AIS.
- [Ref. 53] Anexo 19 al Convenio de la OACI: SMS.
- [Ref. 54] Documento 4444 de la OACI: Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión del tránsito aéreo (PANS-ATM).
- [Ref. 55] Documento 8168 de la OACI: Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves (PANS-OPS).
- [Ref. 56] Documento 9426 de la OACI: Manual de planificación del espacio aéreo.
- [Ref. 57] Documento 9859 de la OACI: Manual SMS.
- [Ref. 58] Documento 10019 de la OACI: Manual sobre los sistemas de gestión de la información del tránsito aéreo (ATM/IM).
- [Ref. 59] Documento 10066 de la OACI: Manual sobre diseño del espacio aéreo basado en el rendimiento (PBN, por sus siglas en inglés).
- [Ref. 60] Documento 10088 de la OACI: Manual sobre la integración de las aeronaves no tripuladas en el espacio aéreo.
- [Ref. 61] Documento A40-WP/86 de la 40ª Asamblea de la OACI: Integrating new entrants into the aviation system.
- [Ref. 62] FAA – UAS UTM Concept of Operation (ConOps).
- [Ref. 63] SESAR – ECHO2 European Concept for Higher Altitude Operations Phase 2: Towards the integration between Air Traffic Management and Higher Altitude Operations (HAO)
- [Ref. 64] SESAR/EUROCONTROL – ConOps del CORUS-XUAM Project.
- [Ref. 65] EUROCONTROL – Specification for the application of the FUA.
- [Ref. 66] EUROCONTROL – European Route Network Improvement Plan (ENRIP) Part 3 – ASM (Airspace Management) handbook.

- [Ref. 67] EASA-EUROCONTROL – UAS-ATM Integration Operational Concept.
- [Ref. 68] EASA – Proposal for a Roadmap on Higher Airspace Operations.
- [Ref. 69] Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible – Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-space 2022-2025 (v2) – PANDU.
- [Ref. 70] 2024/1108: Modify Part 21 for Type Certified UAS and associated modification to 2019/945.
- [Ref. 71] 2024/1110: Modify Part 21 to introduce competent authority requirements in the case of UAS and associated modifications of 2019/947.
- [Ref. 72] 2024/ 1107: Create a Part M Light and a Part CAO (Continuing Airworthiness Organisations) for the continuing airworthiness of certified UAS operated in the Specific category.
- [Ref. 73] 2024/1109: Create competent authority requirements for continuing airworthiness in the case of UAS.
- [Ref. 74] 2023/203: Information Security.
- [Ref. 75] 2023/ 2117: Repository.
- [Ref. 76] 2024/ 1689: AI act.
- [Ref. 77] Regulation (EU) No 376/20 Occurrences reporting
- [Ref. 78] Vertiports Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category (PTS-VPT-DSN)
- [Ref. 79] ARTIFICIAL INTELLIGENCE ROADMAP 2.0 Human-centric approach to AI in aviation

