

Guía para el uso y aplicación de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en el ámbito portuario

Índice

Prólogo	4	05. Marco regulatorio de UAS	31	08. Protección del puerto frente a UAS no colaborativos	75
Agradecimientos	5	5.1. Marco europeo y nacional	33	8.1. El riesgo asociado a UAS no colaborativos	77
01. Introducción	7	5.2. Categorías operacionales	35	8.2 Integración del riesgo asociado a UAS no colaborativos en el sistema de protección portuaria	78
1.1. Objetivo de la guía	9	5.3. Zonas geográficas UAS	39	8.3 Arquitectura de protección frente a UAS no colaborativos	79
1.2. Ámbito de aplicación	9	06. El uso de UAS por la autoridad portuaria	43	8.3.1 Detección y verificación de UAS no colaborativos	79
1.3. Carácter, enfoque y naturaleza del documento	10	6.1 Principios generales y modelos de implantación	45	8.3.2 Coordinación operativa y eventual neutralización	80
1.4. Terminología y uso del término UAS	10	6.2 Escenarios operacionales	46	09. Aplicaciones y experiencias de UAS en puertos	81
02. El sistema portuario de interés general	11	6.3 Regímenes aplicables a las operaciones UAS: EASA y No EASA	53	9.1 Nivel de implantación de UAS en las Autoridades Portuarias	83
2.1. Relevancia económica y logística del sistema portuario de interés general	13	6.3.1 Definiciones fundamentales y marco comparativo	53	9.2 Casos de uso en puertos nacionales	88
2.2. Organización del sistema portuario de interés general	14	6.3.2 Criterio operativo para las Autoridades Portuarias	55	9.3 Casos de uso en puertos internacionales	95
2.3. Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias	15	6.3.3 Requisitos técnicos y administrativos para el uso de UAS por las Autoridades Portuarias	56	9.4 Lecciones aprendidas y factores de éxito	98
2.4. El marco estratégico del sistema portuario de interés general	16	07. Regulación y gestión del uso de UAS por terceros	61	10. Evolución tecnológica y digitalización del uso de UAS en puertos	99
2.5. La comunidad portuaria y los operadores	16	7.1 Configuración para la operación de UAS	63	10.1 Tendencias tecnológicas en el sector UAS	101
03.El entorno portuario	17	7.1.1 Coordinación y tramitación zona UAS general	63	10.2 Integración progresiva en entornos U-space	102
3.1. Entorno singular y condicionado	19	7.1.2 Zona UAS particular como instrumento complementario	64	10.3 Convergencia con otros sistemas no tripulados	105
3.2. Espacios marítimos	20	7.2 Procedimientos de autorización de operaciones UAS	67	10.4 Gestión y gobernanza del dato	105
3.3. Espacios terrestres	21	7.2.1 Requisitos previos del solicitante	67	10.5 Digitalización de la gestión operativa de UAS	108
3.4. Accesos y control	22	7.2.2 Solicitud de autorización ante la Autoridad Portuaria	68	10.6 Ciberseguridad y soberanía tecnológica	109
3.5 Entorno inmediato del puerto	23	7.2.3 Requisitos en función de la zonificación portuaria	68	11. Retos y perspectivas de evolución	111
3.6 Actores externos y conocimiento del entorno	24	7.2.4 Resolución y condiciones de operación	70	11.1 Integración operativa	113
04. Gobernanza portuaria y responsabilidades	25	7.3 Prestación de servicios comerciales con UAS en régimen de libre competencia	70	11.2 Marco regulatorio y coordinación institucional	113
4.1. Autoridad Portuaria	27	7.4 Supervisión, control y coordinación con otros organismos	72	11.3 Perspectivas de evolución	114
4.2. Uso de UAS por la Autoridad Portuaria	28	7.4.1 Supervisión del cumplimiento en el ámbito portuario	72	Anexos	115
4.3. Uso de UAS por terceros	29	7.4.2 Coordinación operativa en el entorno portuario	73	Anexo I: Glosario de términos	117
4.4. Coordinación institucional	29	7.4.3 Coordinación con autoridades aeronáuticas y organismos estatales	73	Anexo II: Referencias normativas y documentación técnica	119
4.5. Integración en protección, seguridad y ciberseguridad	29	7.4.4 Integración territorial y mejora continua	74		



Prólogo

tanto para las Autoridades Portuarias como para el ecosistema tecnológico y operativo vinculado al desarrollo de estas capacidades. Asimismo, pretende contribuir a una mejor comprensión de las singularidades del entorno portuario, favoreciendo un lenguaje común y una aproximación coordinada entre los distintos actores implicados en el desarrollo y gestión de operaciones con UAS en los puertos.

La incorporación de nuevas tecnologías constituye un elemento clave para continuar avanzando hacia un sistema portuario más eficiente, seguro, sostenible y adaptado a la creciente complejidad del entorno. En este contexto, los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), comúnmente conocidos como drones, se consolidan como una herramienta con un elevado potencial para mejorar la supervisión de infraestructuras, la obtención de información operativa, la gestión ambiental, la seguridad y la capacidad de respuesta ante distintas situaciones operativas.

La integración de estas tecnologías en el entorno portuario requiere, no obstante, una aproximación adaptada a las particularidades de unos espacios especialmente complejos, caracterizados por la coexistencia de actividades portuarias, logísticas e industriales, una creciente integración puerto-ciudad y elevados requisitos de coordinación, protección y continuidad operativa.

La presente guía nace con la voluntad de servir como marco de referencia para facilitar la integración progresiva de los UAS en el sistema portuario de interés general, proporcionando criterios y orientaciones

Esta guía refleja también la capacidad de colaboración y coordinación del sistema portuario español, así como el trabajo conjunto desarrollado entre Puertos del Estado, las Autoridades Portuarias y distintos organismos y entidades vinculados al ámbito tecnológico, operativo y regulatorio.

La evolución de los drones y de las tecnologías asociadas a la automatización, la gestión inteligente del dato y la digitalización de las operaciones abre nuevas oportunidades para continuar avanzando hacia modelos de gestión portuaria más innovadores, conectados y eficientes. Afrontar este proceso de forma coordinada y progresiva resultará esencial para favorecer una integración equilibrada de estas capacidades en el conjunto del sistema portuario.

Con esta iniciativa, Puertos del Estado reafirma su compromiso con la innovación, la modernización y la mejora continua del sistema portuario de interés general.

Gustavo Santana Hernández

Presidente de Puertos del Estado

Madrid, mayo de 2026

Agradecimientos

La presente guía es el resultado de un proceso de trabajo colaborativo impulsado por Puertos del Estado junto con las Autoridades Portuarias, en el que se han compartido experiencias, necesidades operativas y distintos enfoques sobre la integración y gestión de sistemas UAS en el entorno portuario.

La participación activa de distintas Autoridades Portuarias, desde diferentes niveles de desarrollo y madurez operativa, ha permitido enriquecer el documento mediante el intercambio de casos de uso, propuestas y lecciones aprendidas, reflejando la diversidad y complejidad del sistema portuario de interés general. Asimismo, iniciativas de intercambio técnico y divulgación, como la jornada

celebrada en la Autoridad Portuaria de Tarragona, han contribuido a generar espacios de colaboración y reflexión conjunta entre Autoridades Portuarias y el sector tecnológico en torno a los retos y oportunidades asociados al uso de UAS en el ámbito portuario.

Puertos del Estado quiere reconocer igualmente el apoyo prestado por INECO en el desarrollo del proyecto, así como las aportaciones y comentarios técnicos realizados por SENASA e ITG. Del mismo modo, se agradece la colaboración y difusión del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y de entidades vinculados al ámbito aeronáutico y regulatorio, entre ellos AESA, DGAC y ENAIRE.



— Introducción

01

La presente guía se estructura como un documento de carácter divulgativo y orientativo, concebido para facilitar la comprensión del uso y la explotación de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en el ámbito de los puertos de interés general. Su contenido aborda el encaje de estas tecnologías en un entorno portuario complejo, desde una perspectiva técnica, operativa y organizativa.

El documento está diseñado para ser leído de forma progresiva, comenzando por un marco general del sistema portuario y su gobernanza, y avanzando posteriormente hacia aspectos normativos, operativos y de aplicación práctica relacionados con los UAS. De este modo, la guía pretende ofrecer un marco de referencia que resulte útil tanto para quienes toman decisiones en el ámbito portuario como para los actores externos que interactúan con este entorno.

En este marco, la guía no tiene carácter normativo ni prescriptivo, ni define modelos únicos de implantación. Su alcance se limita a ofrecer criterios, orientaciones y ejemplos que puedan servir de apoyo a la toma de decisiones, respetando la diversidad de situaciones, niveles de madurez y prioridades existentes en los distintos puertos.

1.1 Objetivo de la guía

El objetivo principal de la guía es ofrecer una base de conocimiento estructurada que permita comprender el encaje de los UAS en el ámbito portuario y apoyar su integración progresiva en la operativa y gestión de los puertos de interés general.

De manera específica, la guía tiene como objetivos:

- Facilitar a las Autoridades Portuarias criterios para analizar, planificar y gestionar el uso de UAS en función de sus necesidades y prioridades.
- Proporcionar al sector tecnológico y a las empresas consultoras una visión clara del contexto portuario, de sus singularidades y de los condicionantes que afectan al uso de UAS en este entorno.
- Favorecer un lenguaje común y una comprensión compartida entre los distintos actores implicados.
- Contribuir a una mayor coherencia y coordinación en la gestión de las operaciones con UAS en el ámbito portuario.

En este sentido, la guía aspira a actuar como elemento de conexión entre el ámbito portuario y el ecosistema tecnológico y consultor, promoviendo un lenguaje común, una mayor alineación de expectativas y una coordinación más eficaz entre los distintos actores implicados en la gestión y operación de los UAS en entornos portuarios complejos.

1.1 Ámbito de aplicación

La presente guía se aplica al conjunto de los puertos de interés general, en el marco de las competencias de Puertos del Estado y de las Autoridades Portuarias, y se refiere tanto al uso de UAS por parte de las propias Autoridades Portuarias como a la gestión del uso de UAS por terceros que desarrollen actividades en el entorno portuario.

El ámbito de aplicación comprende la zona de servicio portuaria, incluyendo los espacios terrestres y marítimos, así como su interacción con el entorno urbano y con otras infraestructuras y actividades colindantes, en la medida en que puedan verse afectadas por operaciones con UAS.

1.3 Carácter, enfoque y naturaleza del documento

La presente guía se concibe como un documento de carácter no prescriptivo, orientado a la transferencia de conocimiento y al apoyo a la toma de decisiones.

- **Transversal**, al abordar el uso de UAS desde una perspectiva técnica, operativa, organizativa y regulatoria.
- **Práctico**, orientado a facilitar la comprensión de los principales elementos que deben considerarse en el entorno portuario.
- **Flexible y adaptable**, teniendo en cuenta la diversidad de situaciones, niveles de madurez y modelos organizativos existentes en los puertos de interés general.

1.4 Terminología y uso del término UAS

A lo largo de la guía se emplea de forma preferente el término **UAS (Unmanned Aircraft System)**, conforme a la terminología utilizada en la normativa europea y nacional vigente, para referirse al conjunto del sistema necesario para la operación, incluyendo la aeronave, los sistemas de control y los elementos de apoyo asociados.

No obstante, con fines divulgativos, el término “**dron**” se utiliza en determinados contextos de manera equivalente. Ambos términos se consideran intercambiables a efectos de esta guía, sin perjuicio de la precisión terminológica exigida en el ámbito normativo y operativo.



El sistema
portuario de
interés general

02

2.1 Relevancia económica y logística del sistema portuario de interés general

La ubicación estratégica de España en el cruce de grandes rutas marítimas internacionales sitúa a su sistema portuario en una posición privilegiada dentro del comercio marítimo global. Esta condición convierte a los puertos en nodos esenciales de conexión entre los flujos marítimos, terrestres y ferroviarios, y en infraestructuras clave para el funcionamiento de las cadenas logísticas internacionales.

El impacto económico del sistema portuario de interés general es especialmente significativo. La actividad portuaria genera un efecto directo, indirecto e inducido estimado en torno a 24.304 millones de euros y cerca de 250.000 empleos, lo que representa aproximadamente el 2,2 % del Producto Interior Bruto y el 1,4 % del empleo total de la economía española. Estas cifras reflejan el peso estructural de los puertos como motores económicos y logísticos.

Desde la perspectiva del comercio exterior, los puertos españoles canalizan una parte sustancial de los intercambios del país con el resto del mundo. A través de ellos transita en torno al 60% de las exportaciones y aproximadamente el 80% de las importaciones, lo que pone de manifiesto su papel crítico en el abastecimiento, la competitividad de las empresas y la integración de la economía española en los mercados internacionales. A ello se suma su relevancia en el tráfico de pasajeros y cruceros, con un impacto económico y social significativo en los entornos portuarios.

Esta dimensión económica y operativa convierte a los puertos de interés general en infraestructuras estratégicas de gran escala, caracterizadas por la concentración de tráfico, actividades y usuarios, así como por elevadas exigencias en términos de seguridad, eficiencia operativa y coordinación. Esta complejidad operativa constituye un elemento central para comprender los retos asociados a su gestión y supervisión.



Ilustración 1: Sistema portuario de interés general

80%

de las importaciones transita a través del sistema portuario de interés general

24.304 M€

de impacto económico total asociado al sistema portuario en España

2.2 Organización del sistema portuario de interés general

El sistema portuario español de titularidad estatal está integrado por 46 puertos de interés general, gestionados por 28 Autoridades Portuarias, y coordinados por el Organismo Público Puertos del Estado, entidad dependiente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Se trata de un sistema caracterizado por una elevada diversidad de puertos, tanto en términos de tamaño como de especialización funcional, tipos de tráfico y contexto territorial. Esta heterogeneidad se traduce en realidades operativas muy distintas, que condicio-

nan las prioridades, capacidades y modelos de gestión de cada puerto.

El sistema se articula sobre un modelo descentralizado, en el que las Autoridades Portuarias disponen de autonomía de gestión para la explotación y desarrollo de sus respectivos puertos. Esta estructura resulta especialmente relevante para los actores externos que operan o prestan servicios en el ámbito portuario, ya que las decisiones operativas se adoptan, en gran medida, a nivel de cada Autoridad Portuaria.

2.3 Puertos del Estado y las Autoridades Portuarias

Puertos del Estado ejerce funciones de coordinación, planificación estratégica y control de eficiencia del sistema portuario de interés general. Entre sus principales cometidos se encuentran la definición de la estrategia global del sistema, la supervisión de la actuación de las Autoridades Portuarias, la promoción de la innovación y la sostenibilidad, y la representación del sistema portuario en los ámbitos nacional e internacional.

En relación con el uso de UAS, Puertos del Estado desempeña un papel relevante como impulsor de una visión común y como facilitador del intercambio de experiencias y buenas prácticas entre Autoridades Portuarias, contribuyendo a una implantación progresiva y coherente en el conjunto del sistema.

Los puertos de interés general siguen un modelo de gestión conocido como **Landlord Port avanzado**. En este esquema, las Autoridades Portuarias son propietarias y proveedoras del espacio y de las infraestructuras portuarias, y asumen la prestación de los servicios generales, tales como el control del tráfico marítimo, la señalización marítima y la policía portuaria.

Los servicios portuarios y comerciales —incluidos los servicios técnico-náuticos (practicaje, remolque y amarre), la manipulación de mercancías o los servicios al pasaje— son prestados por operadores privados. Estos operadores actúan en virtud de títulos otorgados por las Autoridades Portuarias, utilizando medios técnicos y humanos propios.

Estos títulos habilitantes pueden adoptar distintas formas en función de la naturaleza de la actividad desarrollada. Por un lado, las **licencias** regulan la prestación de servicios portuarios, estableciendo las condiciones técnicas, operativas y económicas bajo las cuales deben prestarse. Por otro lado, las **concesiones** implican la ocupación privativa del dominio público portuario, permitiendo al operador desarrollar su actividad mediante la implantación de infraestructuras o instalaciones propias.

Asimismo, para ocupaciones de menor duración o entidad, pueden otorgarse **autorizaciones**, que habilitan usos temporales o específicos del dominio público portuario. Este conjunto de instrumentos configura el marco jurídico-administrativo que ordena la presencia y actividad de operadores privados en el puerto.

Dentro del esquema Landlord, uno de los objetivos más relevantes de las Autoridades Portuarias es fomentar la colaboración público-privada en materia de inversiones y desarrollo de actividad, considerando que el puerto constituye el núcleo de negocio de las empresas portuarias privadas. Esta interacción permanente entre actores públicos y privados configura la denominada comunidad portuaria, cuyo funcionamiento coordinado resulta esencial para la eficiencia y seguridad del conjunto del sistema.

Para los actores externos del ecosistema UAS, comprender este modelo de gestión y la distribución de responsabilidades entre Autoridades Portuarias y operadores privados resulta fundamental, ya que condiciona tanto los procesos de decisión como la implantación y operación de nuevas soluciones tecnológicas en el entorno portuario.



2.4 El marco estratégico del sistema portuario de interés general

El Marco Estratégico del sistema portuario de interés general establece las prioridades y líneas de actuación que orientan la evolución de los puertos españoles en el medio y largo plazo. Su enfoque se centra en reforzar la competitividad del sistema portuario mediante la mejora de la eficiencia operativa, la calidad de los servicios, la sostenibilidad ambiental y la capacidad de adaptación a un entorno logístico y tecnológico en constante transformación.

Entre los ejes estratégicos definidos se encuentran la optimización de la gestión de infraestructuras, la digitalización de los procesos portuarios, el refuerzo de la seguridad y la protección, la mejora del conocimiento situacional y la incorporación progresiva de soluciones innovadoras que permitan una gestión más inteligente y anticipativa de los puertos. Estos objetivos responden a la necesidad de operar infraestructuras cada vez más complejas, con mayores exigencias en términos de fiabilidad, resiliencia y coordinación.

El Marco Estratégico reconoce asimismo la importancia de disponer de herramientas que faciliten la supervisión, el control y el análisis de la actividad

portuaria en tiempo real, así como la mejora de la toma de decisiones y la coordinación entre actores públicos y privados. En este contexto, la incorporación de nuevas capacidades tecnológicas se concibe como un elemento habilitador para avanzar hacia un modelo portuario más eficiente, seguro y sostenible.

En este marco, los sistemas de aeronaves no tripuladas pueden aportar capacidades directamente alineadas con los objetivos estratégicos del sistema portuario, contribuyendo a la digitalización de la gestión, a la mejora del conocimiento del estado de las infraestructuras y operaciones, al refuerzo de la seguridad y protección, y a una utilización más eficiente de los recursos disponibles. Su implantación progresiva debe entenderse, por tanto, como parte de un proceso de evolución del modelo portuario coherente con las prioridades estratégicas definidas para el conjunto del sistema.

2.5 La comunidad portuaria y los operadores

La comunidad portuaria está integrada por un conjunto diverso de operadores públicos y privados que desarrollan su actividad en el puerto: terminales, concesionarios, navieras, operadores logísticos, prestadores de servicios y otros actores.

La incorporación de UAS puede afectar directa o indirectamente a la operativa de estos agentes, ya sea

como usuarios potenciales de la tecnología o como sujetos afectados por su utilización.

Por ello, resulta fundamental considerar a la comunidad portuaria como un actor clave en la definición de criterios y procedimientos para el uso de UAS, promoviendo la información, la participación y la coordinación necesarias para garantizar una convivencia segura y eficiente con el resto de actividades portuarias.

El entorno
portuario

03

El puerto no constituye únicamente una infraestructura de transporte, sino un entorno operativo complejo, en el que confluyen espacios marítimos y terrestres, actividades industriales y logísticas, flujos de personas y mercancías, infraestructuras estratégicas y una creciente interacción con el entorno urbano. Esta realidad condiciona de manera decisiva cualquier actuación técnica o tecnológica que pretenda desarrollarse en su interior.

Para los actores externos al sistema portuario —empresas tecnológicas, consultoras y operadores especializados— resulta imprescindible comprender esta complejidad como paso previo a la definición de soluciones adaptadas al entorno portuario y a sus condicionantes específicos.



3.1 Entorno singular y condicionado

El entorno portuario se caracteriza por una concentración simultánea de actividades heterogéneas, que se desarrollan de forma continua y, en muchos casos, ininterrumpida. A diferencia de otros espacios industriales, el puerto combina:

- operaciones marítimas y terrestres,
- actividad logística, industrial y comercial,
- presencia de usuarios profesionales y público general,
- y una elevada interacción con administraciones y organismos externos.

A esta complejidad funcional se suman condicionantes ambientales propios del medio marítimo, que influyen directamente en la seguridad y viabilidad de determinadas operaciones. Entre ellos destacan:

- regímenes de viento variables y rachas intensas,
- niebla y reducción de visibilidad,
- precipitaciones y episodios meteorológicos adversos,

- salinidad y humedad,
- y efectos aerodinámicos asociados a grandes estructuras portuarias.

Estas condiciones no deben considerarse excepcionales, sino estructurales del entorno portuario, y afectan tanto a las operaciones tradicionales como a la incorporación de nuevas tecnologías.



3.2 Espacios marítimos

Los puertos integran amplios espacios marítimos en los que se desarrollan diferentes operaciones, que requieren altos niveles de coordinación y seguridad. De forma general, estos espacios se estructuran en:

- Zona I de aguas portuarias, correspondiente a dársenas interiores, zonas de atraque y áreas de maniobra.
- Zona II, asociada a canales de acceso, zonas de fondeo y áreas de aproximación.

En estos ámbitos se desarrollan, entre otras, las siguientes actividades:

- maniobras de buques mercantes y de pasaje,
- operaciones de suministro de pertrechos y bunkering,
- tráfico de embarcaciones auxiliares y de servicio,
- actividad pesquera y náutica,
- operaciones de emergencia y salvamento marítimo.

La coexistencia de buques de gran porte, embarcaciones menores, personal embarcado y operaciones técnicas refuerza la sensibilidad operativa de la lámina de agua, que constituye uno de los espacios más críticos del puerto.



3.3 Espacios terrestres

Los espacios terrestres del puerto presentan una gran diversidad física y funcional, directamente vinculada al tipo de tráfico y actividad desarrollada. Entre las principales tipologías de terminales destacan:

Terminales de contenedores, en muchos casos semiautomatizadas, con grúas de gran altura, maquinaria pesada, flujos intensivos de vehículos y sistemas avanzados de control.

Zonas de graneles sólidos, caracterizadas por amplias superficies abiertas, operaciones continuas y movimientos de material a gran escala.

Terminales de graneles líquidos, asociadas a instalaciones energéticas o industriales, con elevados requisitos de seguridad y protección.

Terminales Ro-Ro, con elevada intensidad de tráfico rodado, movimientos continuos de vehículos pesados y necesidades específicas de coordinación operativa y seguridad.

Astilleros y áreas de reparación naval, donde concurren operaciones industriales complejas, trabajos en altura, presencia de maquinaria especializada y actividades de mantenimiento sobre buques.

Terminales de pasajeros, tanto de ferris como de cruceros, con alta concentración de personas y una fuerte interacción con el entorno urbano.

Áreas náuticas, pesqueras y deportivas, con dinámicas operativas específicas y coexistencia de usos profesionales y recreativos.

A esta diversidad se añade la creciente integración puerto-ciudad, que introduce espacios de uso compartido, zonas abiertas al público y una mayor sensibilidad social en determinadas áreas del recinto portuario.

En estos mismos espacios se localizan infraestructuras para la seguridad y continuidad del servicio portuario, tales como centros de control de emergencias, centros de control de tráfico marítimo, sistemas de comunicaciones, instalaciones energéticas, sistemas de ayudas a la navegación, centros de salvamento marítimo y, en determinados puertos, helipuertos o vinculados a servicios de emergencia o apoyo operativo.

La coexistencia de estas infraestructuras críticas con la actividad ordinaria del puerto refuerza la necesidad de una visión integral del entorno terrestre como espacio altamente condicionado y sensible.

3.4 Accesos y control

El puerto no es un espacio de acceso homogéneo. En función de la actividad desarrollada y de los requisitos de seguridad y protección, pueden distinguirse, con carácter general:

- **Zonas públicas**, abiertas al uso general y con libre acceso.
- **Zonas controladas**, vinculadas directamente a la actividad portuaria, con distintos niveles de control de acceso.
- **Zonas restringidas o críticas**, con limitaciones estrictas por razones de seguridad, protección o continuidad del servicio.

Esta estructura de accesos se concreta en los correspondientes Planes de Protección Portuaria e Instalación Portuaria que establecen criterios específicos en función de la normativa de protección marítima y de las características de cada puerto. Asimismo, los accesos a las zonas otorgadas en concesión o autorización son gestionados por los titulares de la actividad, de conformidad con las condiciones establecidas en los correspondientes títulos habilitantes.



3.5 Entorno inmediato del puerto

Muchos puertos se localizan en proximidad directa a otros entornos complejos, lo que añade nuevos condicionantes operativos. Entre ellos destacan:

- aeropuertos y servidumbres aeronáuticas,
- instalaciones militares o de seguridad del Estado,
- áreas urbanas densamente pobladas,
- zonas industriales y energéticas colindantes.

La superposición de estos entornos incrementa la necesidad de coordinación entre administraciones y refuerza la complejidad del espacio portuario como ámbito de actuación tecnológica.



3.6 Actores externos y conocimiento del entorno

A la vista de lo anterior, la realidad descrita pone de manifiesto que el puerto es un entorno altamente condicionado, diverso y sensible, que no puede abordarse como un espacio operativo convencional.

Para las empresas tecnológicas, consultoras y operadores externos, resulta imprescindible:

- comprender la diversidad de espacios y actividades,
- identificar infraestructuras estratégicas y restricciones de acceso,
- y analizar los condicionantes ambientales y operativos específicos.

Herramientas como la Delimitación de los Espacios y Usos Portuarios (DEUP) y la zonificación recogida en los Planes de Protección Portuaria constituyen referencias para adquirir una primera visión estructurada del puerto. En este sentido, la información relativa a las DEUP es de carácter público y puede consultarse a través de los recursos disponibles en la web de Puertos del Estado. Por el contrario, la información contenida en los Planes de Protección Portuaria tiene carácter sensible, por lo que su acceso se encuentra restringido y sujeto al principio de necesidad de conocer. Este conocimiento previo resulta esencial antes de abordar, en capítulos posteriores, el análisis específico de la implantación y operación de sistemas UAS en el ámbito portuario.



Gobernanza
portuaria y
responsabilidades

04

El uso de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en el entorno portuario se desarrolla en un marco de especial sensibilidad operativa, de seguridad y protección, al tratarse de infraestructuras esenciales para la comunidad y de carácter estratégico.

Esta circunstancia condiciona el modelo de gobernanza aplicable y determina el papel central de la Autoridad Portuaria en la ordenación, autorización y supervisión de las operaciones con UAS.



En la práctica, los UAS pueden incorporarse como recurso de apoyo en ámbitos como:

- gestión y supervisión de infraestructuras e instalaciones,
- apoyo a la explotación portuaria y al control de operaciones,
- supervisión y apoyo a las actividades desarrolladas por concesionarios y otros operadores,
- seguridad y protección portuaria,
- vigilancia ambiental y control de vertidos.

No obstante, su incorporación debe realizarse de forma estructurada, definiendo con claridad:

- los escenarios operativos previstos,
- el modelo organizativo interno,
- los procedimientos, manuales operativos y de supervisión,
- los mecanismos de coordinación con otros organismos competentes.

Evitar enfoques improvisados o desvinculados de los procedimientos existentes es fundamental para garantizar su integración coherente en la explotación portuaria.

4.1 Autoridad Portuaria

La Autoridad Portuaria ejerce la gestión del dominio público portuario y la responsabilidad sobre la explotación, seguridad y protección del puerto. Esta posición le atribuye la competencia para ordenar las actividades que se desarrollan en la zona de servicio, incluidas aquellas que se proyectan sobre el espacio aéreo inmediato cuando suponen una afección directa al puerto y a sus operaciones.

En este sentido, la Autoridad Portuaria actúa simultáneamente como:

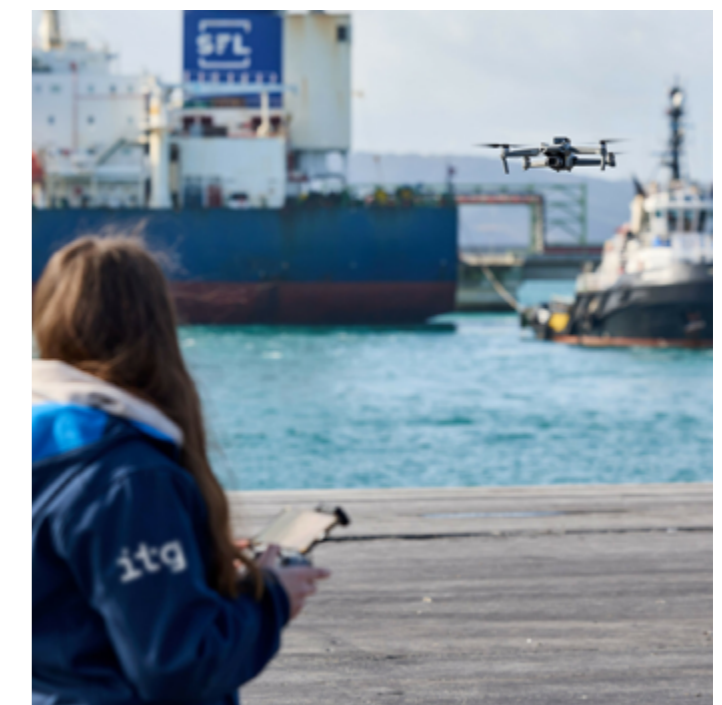
- gestor del dominio público portuario,
- garante de la seguridad, la protección y la continuidad operativa,
- responsable de compatibilizar nuevas tecnologías con la actividad marítima, logística e industrial existente.

Cuando el puerto tiene, además, la consideración de infraestructura estratégica, el nivel de exigencia en materia de control, autorización y mitigación de riesgos se ve reforzado, exigiendo una aproximación prudente y estructurada al uso de UAS.

4.2 Uso de UAS por la Autoridad Portuaria

La Autoridad Portuaria puede integrar los UAS como herramienta propia de gestión en el ejercicio de sus competencias, siempre dentro del marco normativo aplicable y con las medidas de mitigación adecuadas.

El uso de UAS no constituye una actividad accesoria o puntual, sino una herramienta tecnológica que, bien planificada, aporta mejoras sustanciales en eficiencia, control operativo y capacidad de respuesta.



4.3 Uso de UAS por terceros

La operación de UAS por terceros en la zona de servicio del puerto exige autorización previa de la Autoridad Portuaria, de acuerdo con el régimen aplicable a este tipo de entornos sensibles.

Esta exigencia afecta a cualquier operador externo que pretenda realizar operaciones con UAS en el ámbito portuario, ya sea por cuenta propia o por encargo de terceros, incluyendo, entre otros:

- titulares de concesiones o autorizaciones,
- operadores de servicios,
- consultoras técnicas,
- proveedores tecnológicos.

4.4 Coordinación institucional

Las operaciones con UAS en el ámbito portuario se desarrollan en un entorno caracterizado por una elevada densidad de condicionantes externos que inciden directamente en su planificación y ejecución. Entre ellos destacan la posible afección del puerto en espacios aéreos controlados, la proximidad a aeródromos y helipuertos, la cercanía de zonas e instalaciones militares, la coexistencia con infraestructuras estratégicas situadas dentro o fuera de la zona de servicio, así como la concurrencia de competencias de distintos organismos.

En este contexto, la Autoridad Portuaria debe articular procedimientos que permitan:

- evaluar las solicitudes de operación con UAS,
- establecer requisitos diferenciados en función del tipo de operación, la zonificación del puerto y del riesgo asociado en cada área,
- garantizar la compatibilidad con las operaciones marítimas, terrestres y logísticas existentes,
- asegurar la protección de personas, bienes e infraestructuras.

La experiencia de diversas Autoridades Portuarias pone de manifiesto la conveniencia de establecer procedimientos específicos de autorización aplicables a todas las operaciones UAS en el ámbito portuario, concretando los requisitos aeronáuticos, operativos y de seguridad exigibles a los operadores.

En este contexto complejo, la Autoridad Portuaria puede desempeñar un papel fundamental como nodo de coordinación institucional, contribuyendo a:

- Evitar solapamientos competenciales.
- Garantizar la compatibilidad de la operación UAS con la actividad portuaria.
- Asegurar la adecuada información y coordinación con otros organismos cuando proceda.
- Facilitar la interoperabilidad en situaciones de emergencia o incidentes operativos

La coordinación no sustituye las competencias propias de las diferentes autoridades, pero resulta esencial para una gestión ordenada del entorno portuario.

4.5 Integración en protección, seguridad y ciberseguridad

El uso de sistemas UAS en el entorno portuario no constituye un ámbito aislado, sino que debe integrarse de forma coherente en los principales marcos que regulan la protección, la seguridad y la ciberseguridad en el ámbito portuario.

La incorporación de UAS presenta una doble dimensión: por un lado, como herramienta operativa al servicio de la gestión portuaria y la respuesta ante incidentes; y por otro, como potencial vector de riesgo cuando su uso es indebido, no autorizado o malicioso.

En este contexto, resulta igualmente relevante considerar la evolución de los marcos normativos en materia de protección de infraestructuras críticas y ciberseguridad a nivel europeo.

En el ámbito de la protección de infraestructuras estratégicas, esta evolución se materializa en la Directiva CER, cuya transposición al ordenamiento jurídico español se articula a través de la Ley de Protección y Resiliencia de Entidades Críticas, orientada a reforzar la resiliencia, la continuidad de los servicios esenciales y la gestión integral de riesgos.

De forma complementaria, en el ámbito de la ciberseguridad, la Directiva (UE) 2022/2555 (NIS2) establece un marco reforzado de gestión de riesgos y supervisión, cuya transposición se está materializando mediante la Ley de Coordinación y Gobernanza de la Ciberseguridad, con el objetivo de mejorar la resiliencia de redes y sistemas de información en sectores críticos.

Desde una perspectiva sectorial, la protección marítima de los puertos se encuentra sujeta al Reglamento (CE) n.º 725/2004 y al Real Decreto 1617/2007, que establecen la obligación de identificar, evaluar y mitigar amenazas que puedan afectar a la protección de los puertos y de las instalaciones portuarias. En este contexto, los UAS no colaborativos constituyen un riesgo emergente que debe ser incorporado de forma expresa en las Evaluaciones y Planes de Protección Portuaria, incluyendo medidas de detección, evaluación y coordinación operativa.

De forma complementaria, la presencia en el entorno portuario de instalaciones industriales, terminales energéticas y otras infraestructuras con riesgo tecnológico hace necesario integrar esta misma dimensión en el ámbito de la seguridad industrial. Tanto el uso indebido de UAS como su operación legítima pueden

tener implicaciones en escenarios de riesgo industrial, por lo que resulta conveniente que estos sistemas se contemplen en los análisis de riesgo, en los Planes de Autoprotección y en los planes de emergencia y actuación ante accidentes, ya sea como factor de riesgo o como medio de apoyo a la intervención.

Asimismo, la creciente digitalización de las operaciones y la implantación de plataformas tecnológicas asociadas al uso de UAS requieren su alineación con los marcos aplicables en materia de ciberseguridad, garantizando la protección de los sistemas, de las comunicaciones y de los datos generados.

En consecuencia, resulta recomendable que las Autoridades Portuarias aborden la integración de los UAS de forma transversal en sus distintos instrumentos de planificación, garantizando su consideración coherente en:

- los instrumentos de protección marítima (evaluaciones y planes de protección portuaria), considerando los UAS tanto como potencial vector de amenaza como herramienta de apoyo a la vigilancia, supervisión operativa y control de autorizaciones,
- los instrumentos de seguridad industrial (planes de autoprotección y planes de emergencia), tanto como factor de riesgo como recurso operativo,
- y los marcos de ciberseguridad, en relación con las plataformas, sistemas y datos asociados al uso de UAS.

Asimismo, con el fin de consolidar su integración efectiva, resulta conveniente que los UAS se incorporen de forma sistemática en los ejercicios, prácticas y simulacros previstos en estos marcos, de modo que su utilización quede plenamente integrada en los procedimientos operativos y no se limite a actuaciones puntuales.

Este enfoque refuerza la coherencia entre ámbitos normativos, evita tratamientos fragmentados y favorece una gestión integrada de los riesgos y capacidades asociados al uso de UAS en el entorno portuario.



Marco regulatorio de UAS

05

La regulación de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en Europa y España se articula a través de un marco normativo orientado a garantizar la seguridad operacional y su integración ordenada en el espacio aéreo, protegiendo a los distintos usuarios, la seguridad pública, la privacidad y el medio ambiente. Este marco combina normativa europea de aplicación directa con disposiciones nacionales que la complementan y desarrollan.

Desde la perspectiva portuaria, este conjunto normativo configura los instrumentos que permiten integrar los UAS en un entorno especialmente complejo y condicionado. Su correcta comprensión resulta imprescindible tanto para el uso de UAS por parte de las Autoridades Portuarias como para la gestión de operaciones promovidas por terceros y la adopción de medidas frente a UAS no colaborativos.

A efectos prácticos, la aplicación de este marco se articula en torno a tres elementos clave: la categoría de la operación, las condiciones del espacio aéreo en el que se desarrolla y el régimen jurídico aplicable. Sobre estos tres ejes se estructura el presente capítulo.

5.1 Marco europeo y nacional

Este marco se articula en dos niveles: el europeo, que establece las reglas comunes aplicables a los UAS, y el nacional, que las complementa y adapta a las particularidades de cada Estado.

Marco europeo

El uso de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en la Unión Europea se encuentra regulado por un marco normativo común, directamente aplicable en todos los Estados miembros. Este marco se articula principalmente a través de los Reglamentos (UE) 2019/947 y 2019/945, que establecen, respectivamente, las normas relativas a la operación de UAS y a los operadores, y los requisitos técnicos de los sistemas.

En la práctica, la regulación europea se organiza en tres elementos principales: las reglas de operación, los requisitos técnicos de los sistemas y los servicios para la gestión del espacio aéreo.

El Reglamento (UE) 2019/947 establece las normas y procedimientos aplicables a la operación de UAS en la Unión Europea. Entre sus elementos principales se encuentran la definición de categorías operacionales (abierta, específica y certificada), el concepto de zonas geográficas UAS y los requisitos aplicables a operadores y pilotos.

El Reglamento (UE) 2019/945 establece los requisitos técnicos y de diseño que deben cumplir los UAS para su comercialización y uso en la Unión Europea, incluyendo el marcado de clase, las características técnicas y las obligaciones de los fabricantes.

Sobre esta base, el Reglamento (UE) 2021/664 introduce el concepto de U-space, configurando un entorno específico para la gestión digitalizada y automatizada de operaciones UAS, especialmente relevante en entornos con elevada complejidad operativa, como los puertos.

De forma complementaria, el Reglamento (UE) 2024/2803 (SES2+) refuerza la integración de los UAS en el sistema europeo de gestión del tráfico aéreo, incorporando a estos sistemas como nuevos usuarios del espacio aéreo.

Este marco constituye la base sobre la que se articulan las decisiones operativas relativas al uso de UAS, que se desarrollan en los apartados siguientes.

Marco nacional

En el ámbito nacional, el Real Decreto 517/2024 adapta y desarrolla el marco europeo, regulando aspectos como las zonas geográficas UAS, las condiciones de operación en espacio aéreo controlado y la protección de infraestructuras estratégicas.

Este texto normativo no solo define las obligaciones de operadores y pilotos, sino que configura instrumentos jurídicos especialmente relevantes para la gestión y protección de infraestructuras portuarias,

tanto en relación con el uso autorizado de UAS como frente a operaciones no autorizadas o incompatibles con la operativa portuaria.

En particular, el Real Decreto 517/2024 desarrolla el régimen aplicable a la implementación y gestión de zonas geográficas UAS en el territorio nacional, establece las condiciones para la designación de espacios U-space y regula aspectos operativos como los requisitos de formación, el registro de operadores y el régimen aplicable a las operaciones No EASA.

De forma complementaria, la aplicación práctica de este marco se apoya en guías y procedimientos elaborados por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), que facilitan la interpretación de la normativa y la implementación de los requisitos operativos. Estos documentos resultan especialmente relevantes para las Autoridades Portuarias, tanto en el desarrollo de operaciones propias como en la evaluación y supervisión de operaciones realizadas por terceros.



A continuación, se recogen algunas de las principales guías de referencia elaboradas por AESA:

Guía AESA	Aplicación en Autoridades Portuarias
Guía de Registro como operador UAS	Establece el procedimiento y los requisitos para el registro como operador de UAS, aplicable a las Autoridades Portuarias cuando operen con medios propios.
Guía UAS-OPR-P01-GU13 – Actividades No EASA Directas	Define los criterios y requisitos aplicables a operaciones No EASA realizadas por entidades públicas, incluyendo a las Autoridades Portuarias en el ejercicio de sus funciones.
Guía sobre requisitos y limitaciones al vuelo de UAS en función del lugar de operación (zonas UAS)	Desarrolla el régimen de zonas geográficas UAS y los requisitos asociados, proporcionando criterios clave para la planificación operativa en puertos, especialmente en entornos con restricciones o proximidad a aeropuertos.
Guía sobre el contenido del Manual de Operaciones	Establece los criterios y contenidos para la elaboración del Manual de Operaciones en categoría específica, aplicable a Autoridades Portuarias que desarrollen este tipo de operaciones.



Categoría abierta: operaciones de bajo riesgo

La categoría abierta incluye operaciones de bajo riesgo que no requieren autorización previa, siempre que se cumplan las limitaciones establecidas en la normativa, en particular en relación con el entorno de operación, la distancia a personas y la altura de vuelo.

En esta categoría, además de los requisitos del piloto, pueden ser aplicables obligaciones como el registro del operador de UAS y el uso de sistemas de identificación a distancia, en función de las características del UAS y de la operación.



5.2 Categorías operacionales

El Reglamento (UE) 2019/947 establece tres categorías operacionales de UAS —abierta, específica y certificada— en función del nivel de riesgo asociado a la operación.

En el entorno portuario, la correcta identificación de la categoría operacional resulta determinante, ya que condiciona la viabilidad de las operaciones, los requisitos aplicables y el nivel de intervención de la autoridad competente. En la práctica, la mayoría de las operaciones portuarias actuales se desarrollan en las categorías abierta y específica.

Subcategorías y requisitos

Subcategoría	Condiciones operativas y uso típico	Requisitos de piloto
A1	Operaciones con UAS muy ligeros (MTOM < 250 g) o ligeros (MTOM < 900 g). Permite el sobrevuelo ocasional de personas no participantes (solo <250 g). Prohibido sobrevolar concentraciones de personas.	Familiarización con el manual del fabricante (<250 g). Formación y examen online A1/A3 para >250 g.
A2	Operaciones cerca de personas no participantes (distancia mínima 30 m, reducible a 5 m en modo de baja velocidad). Prohibido sobrevolar concentraciones de personas.	Formación A1/A3 + examen teórico A2 + formación práctica declarada.
A3	Operaciones alejadas de personas y de zonas residenciales, comerciales, industriales o recreativas. Prohibido sobrevolar concentraciones de personas.	Formación y examen online A1/A3.

Categoría específica: operaciones de riesgo medio

La categoría específica comprende operaciones que superan los límites de la categoría abierta y requieren una evaluación previa del riesgo y la intervención de la autoridad competente (AESA).

Este tipo de operaciones resulta especialmente relevante en el entorno portuario, donde es frecuente la necesidad de operar en proximidad a infraestructuras, en entornos complejos o con requisitos operativos avanzados.

Entre las operaciones típicas de esta categoría se incluyen:

- operaciones BVLOS (fuera del alcance visual del piloto),
- vuelos en proximidad a infraestructuras o en entornos operativos complejos,
- transporte o liberación de carga,
- operaciones con UAS de mayor tamaño o prestaciones.

En el ámbito de las operaciones No EASA, el Real Decreto 517/2024 prevé asimismo escenarios estándar nacionales específicos (STS-ES-NE) para determinadas actividades realizadas por organismos investidos de autoridad pública en el ejercicio de funciones de interés general, tales como aduanas, policía, búsqueda y salvamento, lucha contra incendios, control fronterizo o vigilancia costera. Las condiciones y características aplicables a estos escenarios se desarrollan mediante la Resolución de 10 de noviembre de 2024 de la Dirección de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

La operación del UAS en esta categoría puede abordarse a través de las siguientes modalidades de autorización y cumplimiento:

Modalidad	Condición	Documentación requerida
Escenario estándar (STS) – Declaración operacional	La operación se ajusta a un escenario estándar publicado EASA (STS-01 o STS-02) o NO EASA (STS-ES-01NE o STS-ES-02NE).	Declaración Operacional ante AESA, Manual de Operaciones (MO) adaptado al STS, evidencias de formación del piloto y uso de UAS con marcado de clase C5/C6 (para operaciones EASA).
PDRA (Pre-Defined Risk Assessment)	La operación se ajusta a una evaluación de riesgos predefinida (PDRA) publicada por EASA o por AESA.	Solicitud de Autorización Operacional, Manual de Operaciones (MO), Justificación del cumplimiento de medidas atenuadoras del riesgo.
SORA (Specific Operations Risk Assessment)	La operación requiere un análisis de riesgos específica.	Solicitud de Autorización Operacional, Evaluación del Riesgo (SORA), Manual de Operaciones (MO), Evidencias de cumplimiento de Objetivos de Seguridad Operacional (OSOs).

Categoría certificada: operaciones de alto riesgo

La categoría certificada incluye operaciones de alto riesgo, equivalentes a las de la aviación tripulada, que requieren certificación de la aeronave, del operador y del piloto, así como la aprobación de la autoridad competente.

Esta categoría está prevista para operaciones que implican un nivel elevado de riesgo para terceros, como el transporte de personas, el transporte de mercancías peligrosas o aquellas que se desarrollan en entornos con alta densidad de población.

En la actualidad, su aplicación en el ámbito portuario es limitada, ya que la mayoría de las operaciones se encuadran en las categorías abierta o específica. No obstante, su relevancia puede aumentar en el futuro con el desarrollo de nuevas aplicaciones avanzadas de UAS.

Resumen de las categorías operacionales

En términos generales, las categorías operacionales pueden interpretarse de la siguiente manera:

Categoría abierta: operaciones de bajo riesgo, sujetas a limitaciones estrictas y sin necesidad de autorización previa.

Categoría específica: operaciones que requieren evaluación de riesgos y autorización o declaración ante la autoridad competente.

Categoría certificada: operaciones de alto riesgo, sujetas a requisitos equivalentes a la aviación tripulada.



5.3 Zonas geográficas UAS

El artículo 15 del Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 atribuye a los Estados miembros la competencia para definir zonas geográficas UAS en las que las operaciones puedan ser prohibidas, restringidas o facilitadas por motivos de seguridad, protección, privacidad o medio ambiente.

En desarrollo de esta habilitación, el Real Decreto 517/2024 regula en el ordenamiento español el régimen jurídico aplicable a las zonas geográficas de UAS, configurándolas como el principal instrumento normativo para ordenar el uso del espacio aéreo por aeronaves no tripuladas en ámbitos especialmente sensibles.

En el entorno portuario, este régimen adquiere una relevancia estructural, dado que los puertos de interés general constituyen infraestructuras en las que se prestan servicios esenciales para la comunidad y, por tanto, pueden quedar sujetos a un régimen específico de protección frente a operaciones UAS.

El Real Decreto distingue tres tipos de zonas geográficas de UAS:

- **ZONAS GENERALES**
- **ZONAS PARTICULARES**
- **ZONAS TEMPORALES**

En el caso portuario, las zonas generales y particulares son las que presentan una incidencia directa y permanente sobre la zona de servicio del puerto.

Zona UAS general en la zona de servicio del puerto

El artículo 39 del Real Decreto 517/2024 regula las zonas geográficas de UAS generales por razón de la protección de instalaciones e infraestructuras en las que se prestan servicios esenciales para la comunidad, incluyendo expresamente las infraestructuras portuarias.

En el caso de los puertos de interés general, esta zona geográfica de UAS general configura un perímetro básico de protección dentro de la zona de servicio, dado que no se podrán realizar operaciones con UAS sin permiso previo y expreso de la Autoridad Portuaria correspondiente, que podrá establecer condiciones adicionales de coordinación y seguridad, en función de la naturaleza de la operación solicitada.

Esta configuración supone que el núcleo operativo más sensible de la zona de servicio del puerto dispone ya de un instrumento jurídico específico de control sobre el uso de UAS, sin necesidad de tramitar una zona geográfica particular adicional.

De acuerdo con los criterios técnicos consensuados entre Puertos del Estado y la Dirección General de Aviación Civil en el marco del Grupo de Trabajo Nacional de Zonas Geográficas de UAS y U-space, la delimitación de la zona geográfica UAS general portuaria comprende, con carácter general:

- La zona terrestre de servicio en la que se desarrollan actividades comerciales portuarias.
- La Zona I de aguas portuarias.

Quedan excluidas, en principio:

- La Zona II de aguas exteriores.
- Las áreas de interacción puerto-ciudad.
- Aquellos espacios de la zona de servicio en los que no se desarrollen actividades asociadas a servicios esenciales para la comunidad.

Esta delimitación responde a la consideración de que los servicios esenciales portuarios se vinculan principalmente a la actividad económica y logística que articula el hinterland del puerto.

Zona UAS particular como instrumento complementario

Sin perjuicio de la zona geográfica de UAS general prevista en el artículo 39, la Autoridad Portuaria puede valorar la conveniencia de promover una zona geográfica UAS particular cuando se identifiquen riesgos específicos o necesidades adicionales de protección dentro de la zona de servicio que no queden suficientemente cubiertos por la delimitación general.

Esta posibilidad resulta especialmente relevante respecto de aquellas áreas de la zona de servicio que no forman parte del ámbito automáticamente protegido por la zona UAS general —como determinados espacios de interacción puerto-ciudad o áreas con usos mixtos— o cuando, por razones operativas, estratégicas o de protección, se estime necesario reforzar o modular las condiciones aplicables.



05 Marco regulatorio de UAS

Las zonas geográficas UAS particulares:

- Deben justificarse por motivos permanentes de interés general (seguridad, protección de infraestructuras, privacidad o medio ambiente).
- Solo pueden ser solicitadas por la Administración Pública competente.
- Se tramitan ante la Dirección General de Aviación Civil.
- Son evaluadas técnicamente por CIDETRA (Comisión Interministerial entre Defensa y Transportes y Movilidad Sostenible) para garantizar su compatibilidad con la estructura y uso del espacio aéreo.

Cuando una zona particular se superpone total o parcialmente a la zona general prevista en el artículo 39, sus condiciones se aplican de forma complementaria. En caso de contradicción, prevalecerán las condiciones establecidas para la zona particular, salvo previsión expresa en sentido distinto.



Desde la perspectiva portuaria, la zona geográfica UAS particular no debe concebirse como un mecanismo automático de ampliación de restricciones, sino como una herramienta específica para adaptar la regulación del uso de UAS a las singularidades de determinadas áreas de la zona de servicio, garantizando el equilibrio entre integración tecnológica, operatividad portuaria y protección de la infraestructura.

Síntesis comparativa del régimen de zonas geográficas UAS

A la vista de lo anterior, puede afirmarse que el régimen jurídico aplicable a las operaciones UAS en el entorno portuario se articula sobre una lógica territorial dual dentro de la propia zona de servicio: un núcleo regulado con carácter general en virtud del artículo 39 del Real Decreto 517/2024 y, en su caso, un perímetro complementario susceptible de configuración mediante zona geográfica UAS particular cuando concurren circunstancias específicas.

Con el fin de sistematizar las diferencias estructurales entre ambos instrumentos y su proyección práctica en el ámbito portuario, se presenta a continuación un cuadro comparativo.

	Condición	Documentación requerida
Fundamento jurídico	Artículo 39 del RD 517/2024: protección de infraestructuras en las que se prestan servicios esenciales para la comunidad.	Artículos relativos a zonas particulares del RD 517/2024: instrumento adicional por motivos permanentes de interés general.
Naturaleza jurídica	Régimen de aplicación general derivado directamente de la norma.	Régimen singular que requiere solicitud expresa y resolución administrativa específica.
Ámbito territorial en el puerto	Parte de la zona de servicio del puerto, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Zona terrestre donde se desarrollan actividades comerciales portuarias. • Zona I de aguas portuarias. 	Puede abarcar otras áreas de la zona de servicio no incluidas en la ZGUG, como: <ul style="list-style-type: none"> • Zonas de interacción puerto-ciudad. • Áreas abiertas al uso público. • Instalaciones específicas con necesidades adicionales de protección.
Régimen operativo	Somete las operaciones UAS dentro de su perímetro a autorización previa del gestor portuario y permite establecer condiciones específicas.	Puede imponer prohibiciones, restricciones o requisitos adicionales respecto del régimen general.
Relación entre ambas	Configura el núcleo básico de regulación dentro de la zona de servicio.	Complementa o amplía el régimen de la zona general
Carácter para la Autoridad Portuaria	Obligatorio: forma parte del marco regulatorio aplicable al núcleo operativo del puerto.	Voluntario: requiere iniciativa expresa de la Administración competente (Autoridad Portuaria).



El uso de UAS
por la Autoridad
Portuaria

06

La incorporación de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en el entorno portuario requiere no solo el conocimiento del marco regulatorio aplicable, sino también la adopción de decisiones organizativas, operativas y técnicas que permitan integrar estas capacidades de forma segura y eficaz en la actividad portuaria.

La experiencia acumulada en distintas Autoridades Portuarias pone de manifiesto que la implantación de capacidades UAS resulta más eficaz cuando se desarrolla mediante un enfoque progresivo y escalonado, comenzando por operaciones de complejidad limitada y evolucionando gradualmente hacia escenarios operativos más avanzados en función de las necesidades y del grado de madurez alcanzado por la organización.

En este contexto, el presente capítulo aborda los principales aspectos prácticos que deben valorar las Autoridades Portuarias para la implantación y desarrollo de operaciones UAS en el ámbito portuario.

6.1 Principios generales y modelos de implantación

A la hora de definir un modelo de implantación de capacidades UAS, la Autoridad Portuaria deberá valorar, entre otros, los siguientes aspectos:

Medios UAS

- Determinar las cargas de pago y sensores necesarios según el tipo de misión, incluyendo, entre otros, cámaras electroópticas/infrarrojas (EO/IR), sensores térmicos, posicionamiento RTK, sistemas LiDAR o capacidades de zoom avanzado.
- Seleccionar las plataformas UAS más adecuadas atendiendo a criterios como autonomía, alcance, resistencia a condiciones ambientales adversas, sistemas de comunicaciones, peso máximo al despegue (MTOM) o capacidad de carga útil.

Modelo operativo

- Definir el modelo de prestación de las operaciones UAS, valorando:
 - la operación mediante personal propio debidamente habilitado,
 - la contratación de operadores externos especializados,
 - o modelos mixtos que combinen ambas soluciones.
- Establecer mecanismos claros de asignación de responsabilidades, supervisión de operaciones, gestión documental y trazabilidad operativa.

6.2 Escenarios operacionales

A continuación, se especifican de forma práctica las fases que deberá abordar la Autoridad Portuaria para adquirir las capacidades necesarias para operar sistemas de aeronaves no tripuladas..

► FASE I: El marco legal y la legalización inicial

El punto de partida para cualquier Autoridad Portuaria que desee operar UAS es el cumplimiento estricto del marco normativo. La base legal en España se fundamenta en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947, el Real Decreto 517/24 y el desarrollo normativo de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Requisito Fundamental: Registro como Operador de UAS

El primer paso es la **legalización ante AESA** mediante el registro obligatorio como Operador de UAS.

- 1. Registro obligatorio:** la Autoridad Portuaria debe registrarse en la Sede Electrónica de AESA. Este trámite es gratuito y automático.
- 2. Número de operador UAS:** se obtiene un identificador único que debe ser visible en todos los drones y sistemas de identificación a distancia.
- 3. Formación de pilotos:** los pilotos deben completar la formación y superar el examen online A1/A3 de AESA como mínimo.

NOTA 1: el registro como operador no autoriza per se todas las operaciones. Solo establece la entidad legal responsable de las aeronaves. La autorización de vuelo depende de la categoría operacional.

NOTA 2: La Autoridad Portuaria podrá registrarse como Operador EASA o como Operador NO-EASA. En el Apartado 6.3 se incluye en detalle las implicaciones de ambas opciones.

Requisitos de personal

- Definir los requisitos mínimos de formación y cualificación del personal implicado, en función de la categoría operacional y del nivel de complejidad de las operaciones previstas.
- Contemplar competencias relacionadas con:
 - la operación segura de UAS,
 - la planificación operacional,
 - la aplicación de procedimientos operativos,
 - el conocimiento del marco normativo aplicable,
 - y la evaluación de riesgos operacionales cuando resulte exigible.
- Establecer programas de formación inicial y recurrente que permitan mantener las capacidades técnicas y operativas del personal.

Organización interna

- Definir una estructura organizativa clara que asigne funciones y responsabilidades entre las distintas áreas implicadas, tales como Explotación, Infraestructuras, Protección Portuaria, Sistemas de Información o aquellas que resulten de aplicación.
- Establecer procedimientos internos para:
 - la planificación y validación de operaciones,
 - la coordinación con terceros y organismos competentes,
 - la supervisión de la seguridad operacional,
 - la gestión de autorizaciones,
 - la custodia y mantenimiento de los sistemas,
 - y el tratamiento de la información obtenida durante las operaciones.



► **FASE II:**
Definición del escenario operacional

Como ya se comentó en el capítulo 5.2 anterior, el Reglamento (UE) 2019/947 establece que la operación puede ser desarrollada según una de las siguientes tres categorías operacionales: Abierta, Específica y Certificada.

En el ámbito de los puertos de interés general, las operaciones habituales se enmarcan en las categorías Abierta y Específica, dado que la singularidad del entorno portuario —infraestructuras críticas, coexistencia con tráfico marítimo y terrestre, presencia de trabajadores y usuarios, y proximidad habitual a zonas industriales— condiciona, al menos de momento, la operación en categoría certificada en el propio recinto portuario.

La determinación de la categoría en la que se pretende realizar cada operación es fundamental para la Autoridad Portuaria como operador UAS. Por ello, se deberá tener en cuenta si la operación se realiza en:

Categoría Abierta:

Bajo esta categoría se permiten realizar operaciones sin necesidad de obtener una autorización previa de AESA, siempre que se respeten las limitaciones operativas establecidas, especialmente relevantes en un puerto:

- Usos con aeronaves de MTOM < 25 kg (generalmente de bajo riesgo operativo).
- Cumplimiento estricto de distancias respecto a personas, instalaciones críticas portuarias y zonas de actividad.
- Altitud máxima de 120 metros sobre la superficie del puerto o puntos adyacentes.
- Adecuada coordinación con la Autoridad Portuaria cuando corresponda (zonas restringidas, áreas en concesión, interferencias con operaciones logísticas).
- Justificación de coordinación con gestores de espacio aéreo controlado y/o gestores aeroportuarios (aeródromos y helipuertos).
- Operación siempre en VLOS.



Categoría Específica:

La naturaleza de un puerto a menudo requiere operaciones que exceden los límites de la Categoría Abierta. En estos casos, se requiere una gestión previa del operador con AESA (declaración o autorización). Esta categoría es, entre otras, necesaria para:

- Vuelos BVLOS (Fuera del Alcance Visual del Piloto), incluyendo operaciones con piloto deslocalizado.
- Vuelos sobre aglomeraciones de personas.
- Vuelos con UAS de MTOM = 25 kg o superior.

Como se comentó en el apartado 5.2, esta operación puede ser realizada bien a través de escenario estándar STS, bien bajo una autorización basada en un PDRA, o bien con una autorización operacional basada en un análisis de riesgos según la metodología SORA. En cualquier caso, el operador debe disponer de un documento de declaración o autorización presentado ante AESA o emitido por ésta.

► **FASE III:**
Desarrollo de la documentación interna

El **Manual de Operaciones (MO)** es el pilar central de la seguridad operativa y el documento que define cómo la Autoridad Portuaria gestionará sus operaciones UAS.

Componentes clave del Manual de Operaciones

El MO debe ser un documento vivo y detallado que cubra los siguientes aspectos:

- **Estructura organizativa:** definición de roles, responsabilidades y líneas de mando para garantizar la cadena de autoridad y la rendición de cuentas.
- **CONOPS (Concept of Operations):** descripción de las características operativas y condiciones en las que el operador realiza sus operaciones con UAS.
- **Procedimientos operacionales:** estandarización de las operaciones mediante procedimientos normales, contingencia y de emergencia.
- **Programas de formación:** detalle de la formación inicial y recurrente para pilotos y personal de apoyo, asegurando la competencia continua.
- **Plan de respuesta a emergencias (ERP):** describe la organización, responsabilidades y procedimientos para gestionar emergencias, accidentes o incidentes relacionados con las operaciones.
- **Seguridad física (Security):** establece medidas destinadas a prevenir accesos no autorizados, interferencias o usos indebidos de los sistemas y operaciones.
- **Procedimientos y limitaciones para minimizar ruido, emisiones y protección de datos:** medidas destinadas a reducir el impacto ambiental de las operaciones y garantizar el cumplimiento de la normativa de protección de datos.
- **Notificación de sucesos:** procedimiento para registrar y comunicar incidentes, accidentes u otros sucesos relevantes a las autoridades competentes. Guía de zonas geográficas de UAS.
- **Guía para el análisis de la planificación operacional, en concreto las zonas geográficas de UAS:** documento de referencia para identificar aná-

lisis, restricciones y condiciones de vuelo en distintas zonas.

- **Procedimientos de coordinación:** procedimientos de coordinación establecidos con terceros necesarios para determinadas operaciones.

Documentación de Trazabilidad

Es fundamental mantener registros exhaustivos para demostrar la conformidad legal y la seguridad operativa, los principales que debe incluir el MO:

- **Registros de Vuelo:** trazabilidad detallada de cada operación (piloto, fecha, hora y duración del vuelo, propósito del vuelo, zona de operación, UAS empleado, incidencias, etc.).
- **Registros de Mantenimiento:** trazabilidad del estado técnico de la flota (Actividades realizadas, piezas reemplazadas, horas de vuelo acumuladas).
- **Registros de formación y cualificación:** evidencias de la formación inicial y recurrente del personal implicado en las operaciones.
- **Listas de verificación operacionales:** listas de comprobación utilizadas durante las distintas fases de la operación: planificación operacional, verificaciones previas al vuelo y comprobaciones posteriores al vuelo, con el fin de garantizar que las operaciones se realizan de forma segura y conforme a los procedimientos establecidos.



06 El uso de UAS por la Autoridad Portuaria

► FASE IV: Organización y coordinación operacional

El entorno portuario es un espacio complejo que requiere una coordinación rigurosa tanto a nivel interno como con entidades externas.

Estructura interna recomendada:

Una unidad de UAS eficiente debe contar con roles claramente definidos, como se muestra en la siguiente tabla:

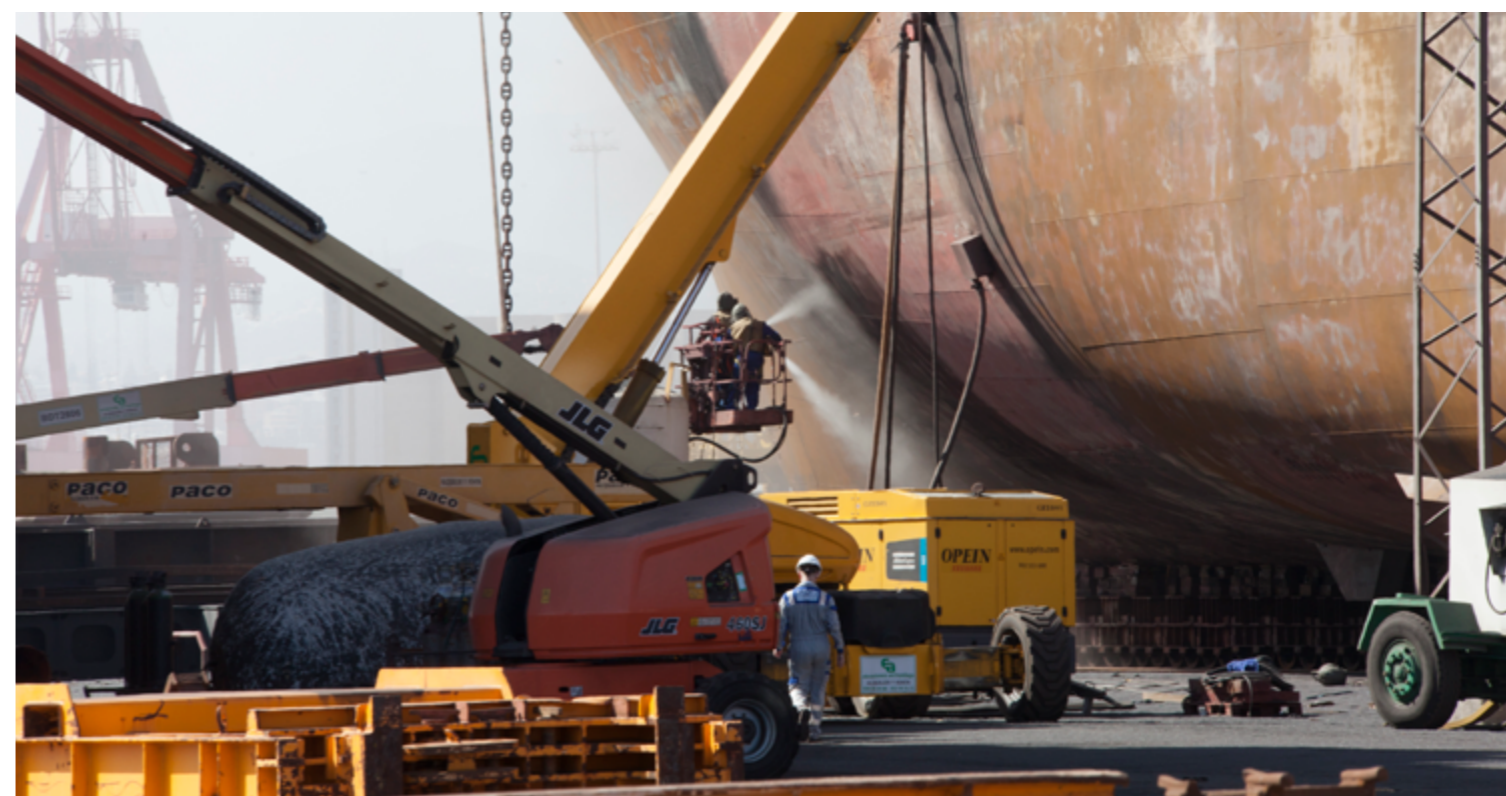


Rol	Responsabilidad Principal	Requisitos de Formación
Responsable de Operaciones	Máxima autoridad operacional del operador UAS. Responsable ante AESA. Establece procedimientos y limitaciones operacionales, designa a los pilotos a distancia, garantiza que el personal cumpla sus funciones. Supervisa el cumplimiento del MO y la gestión de la seguridad.	Formación en gestión de seguridad operacional y normativa EASA/AESA.
Jefe de Formación y Mantenimiento	Diseña e implementa los programas de formación. Supervisa el estado técnico de la flota de UAS.	Experiencia técnica en UAS y certificación en mantenimiento.
Piloto	Ejecuta las misiones. Responsable de la seguridad del vuelo y del cumplimiento de los procedimientos.	Formación A1/A3 y/o A2. Formación específica para Categoría Específica (si aplica).
Observador	Asiste al piloto en operaciones VLOS complejas o en operaciones BVLOS. Mantiene el contacto visual con la aeronave.	Formación en procedimientos de observación y comunicación con el piloto.

Coordinaciones obligatorias

La seguridad de las operaciones UAS en un puerto depende de la colaboración con múltiples actores:

Entidad	Motivo de Coordinación	Documento/Trámite Clave
ENAIRE (Gestor del Espacio Aéreo)	Solicitud de Estudio Aeronáutico de Seguridad (EAS), y coordinación operativa para vuelos en espacio aéreo controlado (ATZ, CTR, CTA, TMA, FIZ).	Solicitud de EAS (o comúnmente llamado EARO).
Aeropuerto-Helipuerto	Activación y desactivación de la operación en tiempo real, una vez obtenida la autorización de AESA y el EAS.	Comunicación directa (radio/teléfono) antes y después del vuelo.
Capitanía Marítima	Operaciones sobre el agua, zonas de fondeo, canales de navegación o proximidad a buques. Asegurar la seguridad de la navegación.	Notificación previa de operación y coordenadas.
Fuerzas y Cuerpos de Seguridad	Operación de UAS no autorizada	Procedimiento de coordinación y/o canal de comunicación 24/7

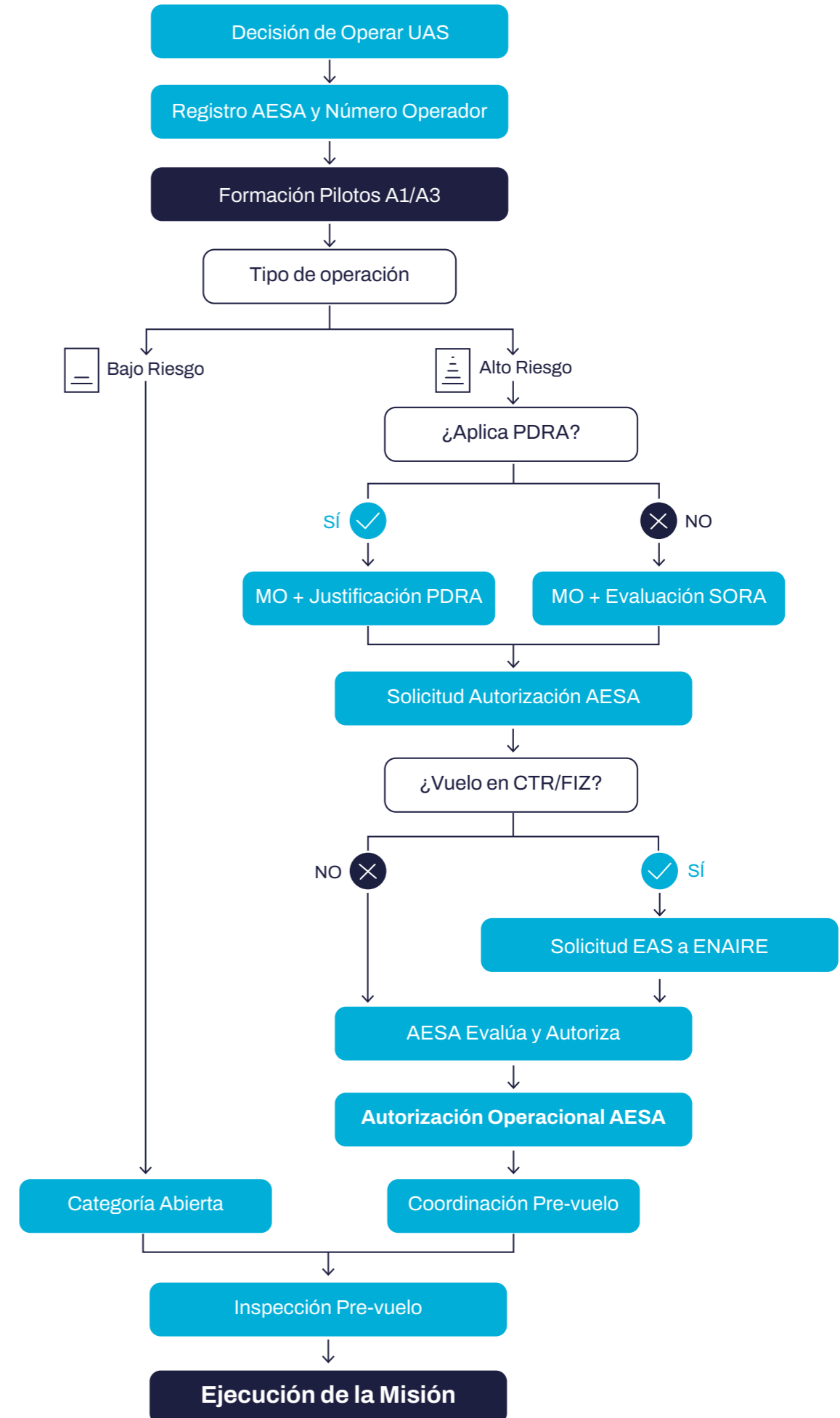


► **FASE V:**
 La hoja de ruta práctica, de la planificación a la ejecución

La adopción de UAS debe seguir un proceso lógico que garantice la legalidad y la seguridad en cada misión.

Proceso de autorización y ejecución:

El siguiente diagrama conceptual ilustra la hoja de ruta desde la decisión inicial hasta la ejecución de la misión, destacando la bifurcación entre la Categoría Abierta (operación inmediata) y la Categoría Específica (requiere autorización).





6.3 Regímenes aplicables a las operaciones UAS: EASA y No EASA

6.3.1 Definiciones fundamentales y marco comparativo

La distinción entre operaciones EASA y operaciones No EASA responde a la naturaleza jurídica del operador y al contexto en el que se desarrolla la actuación.

Las operaciones EASA se encuentran sometidas al marco regulatorio europeo, fundamentalmente al Reglamento (UE) 2018/1139 (Reglamento Base) y al Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947.

Por el contrario, determinadas operaciones realizadas por organismos investidos de autoridad pública en el ejercicio directo de funciones de interés general quedan excluidas del ámbito del Reglamento Base y se regulan en el ordenamiento nacional, en España a través del Real Decreto 517/2024.

Más que una “dualidad”, nos encontramos ante dos regímenes jurídicos diferenciados cuya aplicabilidad depende del encaje funcional de cada operación concreta.



Aspecto	Operaciones EASA	Operaciones No EASA ⁽¹⁾
Definición	Operaciones reguladas por normativa europea de UAS.	Operaciones realizadas por organismos investidos de autoridad pública para actividades de interés general.
Actividades Típicas	Operaciones civiles, técnicas o comerciales, así como organismos que realizan actividades ajenas al interés general.	Aduanas, policía, búsqueda y salvamento, lucha contra incendios, control fronterizo, vigilancia costera.
Ámbito de Aplicación	Categorías abierta, específica y certificada.	Excluidas del Reglamento Base europeo, reguladas por RD 517/2024.
Marco Regulatorio	Reglamentos europeos (UE 2019/947, 2018/1139) + Real Decreto 517/2024.	Real Decreto 517/2024.
Autoridad Competente	AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea).	Organismo público responsable + AESA (supervisión).
Registro de Operador	Obligatorio.	Obligatorio excepto para Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, Centro Nacional de Inteligencia, Dir. Adj. de Vigilancia Aduanera y la DGT.
Autorización Previa	Sí (excepto en categoría abierta y categoría específica en Escenarios Estándar (STS), que son declarativos).	No (excepto certificada LCI/SAR).
Flexibilidad	Limitada (conforme a regulación EASA).	Mayor (adaptable a necesidades).
Naturaleza	Régimen ordinario.	Régimen excepcional vinculado al ejercicio de autoridad.

(1) Las operaciones UAS No EASA indirectas, son aquellas realizadas por un tercero en nombre de un organismo investido de autoridad pública en el ejercicio de funciones públicas; aunque la finalidad sea No EASA, el operador contratado debe cumplir la normativa EASA aplicable a operadores civiles, manteniendo el organismo público la responsabilidad sobre la misión encomendada.



6.3.2 Criterio operativo para las Autoridades Portuarias

La determinación del régimen aplicable (EASA o No EASA) debe realizarse caso por caso, atendiendo a la naturaleza de la actuación y a su eventual encaje en las actividades de autoridad pública previstas en el Real Decreto 517/2024.

No obstante, más allá de la calificación jurídica concreta de cada operación, la experiencia acumulada en distintas Autoridades Portuarias en la implantación de operativas tanto bajo régimen EASA como No EASA permite extraer una conclusión relevante desde el punto de vista organizativo.

Enfoque progresivo de implantación y madurez operativa

La implementación de capacidades UAS en el entorno portuario resulta más sólida cuando se desarrolla de manera progresiva, consolidando inicialmente la experiencia en operaciones planificadas y estructuradas (habitualmente encuadradas en régimen EASA). Este planteamiento gradual permite:

- Integrar la operación UAS en la estructura organizativa existente.
- Estandarizar procedimientos.

- Implantar sistemas de gestión y control interno.
- Desarrollar cultura de seguridad operacional.
- Formar y entrenar al personal en condiciones controladas.

A partir de esta base, la organización adquiere la madurez necesaria para afrontar, con mayores garantías técnicas y operativas, actuaciones vinculadas a actividades de autoridad pública que puedan requerir respuesta inmediata (régimen No EASA).

La capacidad de utilizar UAS de forma eficaz en situaciones sobrevenidas no depende exclusivamente del régimen jurídico aplicable, sino del nivel de preparación, entrenamiento y experiencia previamente acumulada.

En este sentido, la experiencia práctica aconseja entender la implantación de UAS como un proceso evolutivo, en el que el desarrollo progresivo de competencias operativas constituye un factor determinante para garantizar seguridad, eficacia y responsabilidad institucional en cualquier régimen de operación.



6.3.3 Requisitos técnicos y administrativos para el uso de UAS por las Autoridades Portuarias

A continuación, se describen de forma resumida los principales aspectos, técnicos y administrativos, a tener en cuenta por las Autoridades Portuarias de cara a su operativa tanto en régimen EASA como No EASA.

Formación de pilotos

Operaciones EASA

La formación de pilotos remotos en el marco EASA se estructura según la categoría operacional, estableciendo requisitos de edad mínima, certificación y validez.



Categoría	Certificación	Expedido por	Duración Típica	Validez
Abierta	Certificado de conocimientos teóricos + Acreditación de aptitudes prácticas.	AESA con examen teórico (A1/A3) y teórico + auto declarativo de formación práctica (A2).	4-8 horas teórica + 4-8 horas práctica.	5 años (requiere revalidación).
Específica en Escenario Estándar (STS)	Certificado teórico + Acreditación práctica específica.	AESA (teoría) + Entidad reconocida (práctica).	20-40 horas según escenario estándar.	5 años (requiere revalidación).
Específica bajo Autorización	Formación teórica y práctica basadas en el CONOPS de la operación solicitada.	Entidad designada.	40-80 horas de formación intensiva.	Indefinida (sin revalidación).

06 El uso de UAS por la Autoridad Portuaria

Operaciones NO EASA

Los organismos públicos que realizan operaciones No EASA gozan de flexibilidad para establecer requisitos de formación adaptados a sus necesidades, siempre asegurando una competencia técnica equivalente a las operaciones EASA. Disponen de dos opciones principales:



Opción	Opción A: Escenarios Estándar Nacionales (STS-ES-NE)	Opción B: Formación Propia del Organismo
Certificación Requerida	Certificado de conocimientos teóricos de AESA + Acreditación de aptitudes prácticas.	Establecida por el organismo público responsable.
Expedido por	AESA (teoría) + Entidad facultada (práctica).	Organismo público asegura competencia equivalente.
Contenido	Conforme a anexo del RD 517/2024	Programa de formación, cualificación de instructores, procedimientos de evaluación
Ventaja	Certificación reconocida, sin necesidad de validación interna.	Adaptación a necesidades específicas del organismo.
Duración	Variable según escenario (típicamente 20-40 horas).	Definida por el programa formativo interno.

Serán responsabilidades del organismo público:

- **Garantizar competencia:** asegurar que los pilotos tienen la competencia técnica equivalente a operaciones EASA.
- **Documentar formación:** mantener un registro de formación completada por cada piloto.
- **Supervisar cumplimiento:** verificar que las operaciones se realizan conforme a los procedimientos establecidos.
- **Actualización continua:** mantener formación actualizada según la evolución de operaciones.



Seguros de responsabilidad civil

El seguro de Responsabilidad Civil es obligatorio en ambos regímenes para cubrir los daños a terceros a excepción de las operaciones en categoría abierta, específicamente en las subcategorías A1 y A3, siempre que el dron tenga la aeronave tenga una masa máxima al despegue (MTOM) inferior a 20 kilogramos. La normativa aplicable sobre seguros de responsabilidad civil en aviación dependiendo de la MTOM de la aeronave, es el RD. 37/2001, de 19 de enero (para aeronaves con MTOM <20 kg) o el Reglamento (CE) 785/2004 (para aeronaves con MTOM >20 kg), complementado por el RD 517/2024.

- **Cobertura Mínima,** depende de la Masa Máxima al Despegue (MTOM) del UAS. A mayor peso, mayor cobertura requerida.
- **Validez:** la póliza debe estar vigente durante toda la operación y debe ser verificable por AESA.

Recomendación: dada la naturaleza de las operaciones en entornos con alta concentración de activos (buques, grúas, mercancías) y la posible operación sobre zonas restringidas, es recomendable que las Autoridades Portuarias contraten pólizas de seguro en cualquier tipo de operación y con coberturas superiores a las mínimas legales, adaptándolas a las operaciones y entorno operativo portuario en el que se vayan a realizar las mismas.



Autorizaciones y permisos

Operaciones EASA

El tipo de autorización requerida depende de la categoría operacional y la zona geográfica.

Opción	Autoridad Competente	Tipo de Autorización	Requisitos Adicionales
Abierta	No requiere autorización previa	Cumplir condiciones de la zona geográfica	Coordinación obligatoria (Artículo 43, RD 517/2024)
Específica en Escenario Estándar (STS)	AESA	Declaración operacional	Coordinación obligatoria (Artículo 43, RD 517/2024)
Específica bajo Autorización	AESA	Autorización operacional	Coordinación obligatoria (Artículo 43, RD 517/2024)

06 El uso de UAS por la Autoridad Portuaria

El procedimiento de coordinación previsto en el Artículo 43 del Real Decreto 517/2024 implica:

- 1. Solicitud:** el operador solicita coordinación con gestores de aeródromos, helipuertos y proveedores ATS afectados con información detallada sobre la operación prevista.
- 2. Respuesta:** el gestor tiene un máximo de 1 mes para responder, si no responde, se considera denegación tácita.
- 3. Medidas de Atenuación:** el operador puede proponer cambios (horario, altitud, velocidad, procedimientos de emergencia) para mitigar riesgos.
- 4. Resolución:** la coordinación solo puede ser denegada por razones de seguridad operacional documentadas y motivadas.

NOTA: la coordinación es obligatoria para operaciones en zonas geográficas específicas. El incumplimiento de este requisito resulta en denegación automática de la operación.



- **Operaciones NO EASA**
Los organismos públicos tienen procedimientos simplificados para la obtención de permisos, aunque la coordinación con gestores de espacio aéreo sigue siendo obligatoria.

NOTA: todas las categorías deben solicitar coordinación obligatoria con gestores de aeródromos, helipuertos y proveedores ATS según zona geográfica (máximo 1 mes para respuesta).

Categoría	Autorización AESA	Requisito Previo	Diferencia Clave con EASA
Abierta	No requiere	Comunicación al Ministerio del Interior (5 días) si opera en entornos urbanos.	En EASA requiere comunicación previa. En No EASA es responsabilidad interna del organismo público.
Específica (Escenario Estándar STS-ES-NE)	No requiere	No requiere autorización AESA.	En EASA requiere declaración u autorización operacional de AESA. En No EASA es evaluación interna.
Específica (No STS-ES-NE)	Bajo autorización de una unidad independiente/responsable de la propia AP.	Evaluación de riesgos operacionales realizada por organismo público.	En EASA requiere declaración u autorización operacional de AESA. En No EASA es evaluación interna.

Documentación operacional y evaluación de riesgos

Tanto las operaciones EASA en Categoría Específica como las No EASA exigen un alto nivel de documentación.

Manual de Operaciones

El Manual de Operaciones es el documento central que describe la organización, la formación y los procedimientos operacionales.

- **EASA (Específica):** es obligatorio y forma parte de la solicitud de autorización (SORA) o de la declaración STS.
- **No EASA:** es obligatorio. el Real Decreto 517/2024 exige que el operador público disponga de un Manual de Operaciones o documento de similar naturaleza. Deberá detallar los aspectos clave (organización, formación, procedimientos y SMS) adaptado a su actividad específica.

Evaluación de Riesgos

La evaluación de riesgos es crucial para garantizar la seguridad de la operación.

- **EASA (Específica):** se utiliza la metodología **SORA** (Specific Operations Risk Assessment), un proceso estructurado para clasificar el riesgo operacional y definir las mitigaciones necesarias. Alternativamente, se puede operar bajo un Escenario Estándar (STS) con una evaluación predefinida.
- **No EASA:** se requiere una **Evaluación Específica de riesgos** y adaptada a la naturaleza de la actividad pública (ej. operaciones sobre zonas restringidas en emergencia).

NOTA: más flexible que SORA, pero debe cumplir estándares equivalentes en cuanto a su rigor y documentación. Es revisable por AESA.

Recomendación: dada la complejidad técnica y los riesgos operativos asociados, se sugiere valorar la conveniencia de contar con asesoramiento experto en la materia.



Regulación y gestión del uso de UAS por terceros

07

A diferencia del uso de UAS por la propia Autoridad Portuaria, la operación por terceros incorpora una doble dimensión regulatoria: por un lado, el cumplimiento de la normativa en materia de drones supervisada por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea; por otro, la sujeción al régimen jurídico portuario previsto en el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

La gestión eficaz de estas operaciones no comienza con la autorización de vuelos individuales, sino con la definición previa de las condiciones estructurales en las que dichas operaciones pueden desarrollarse dentro de la zona de servicio. Sobre esta base, se articulan los procedimientos de autorización de vuelos y, en su caso, la regulación de servicios mediante el uso de UAS.

7.1 Configuración para la operación de UAS

En primer lugar, la Autoridad Portuaria debe definir las condiciones estructurales en las que podrán desarrollarse las operaciones con UAS por terceros dentro de la zona de servicio.

La primera actuación es la delimitación de la **zona geográfica UAS general**, conforme a lo desarrollado en el apartado 5.3 y a lo previsto en el artículo 39 del Real Decreto 517/2024.

Para su definición, la Autoridad Portuaria deberá partir de la Delimitación de Espacios y Usos Portuarios (DEUP), identificando dentro de la zona de servicio aquellas áreas en las que se desarrollan actividades que tienen la consideración de servicios esenciales.

Esta identificación debe integrarse con:

- los criterios normativos establecidos para la zona UAS general (apartado 5.3),
- restricciones de acceso establecidas en los Planes de Protección del Puerto y de las Instalaciones Portuarias,

- otros condicionantes específicos derivados de la operativa, configuración física o singularidades funcionales del puerto.

El resultado debe ser una propuesta justificada que delimite con precisión el perímetro geográfico —mediante plano y coordenadas de referencia— correspondiente al núcleo operativo del puerto.

7.1.1 Coordinación y tramitación zona UAS general

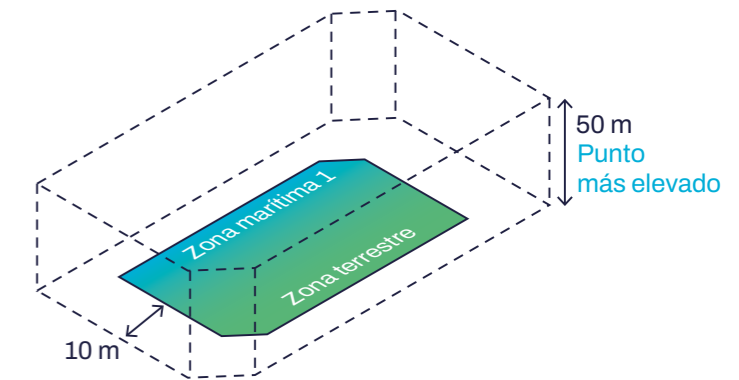
Esta configuración se materializa mediante la delimitación de la zona UAS general, cuya definición debe coordinarse con la Dirección de Explotación de Puertos del Estado, con el fin de asegurar una aplicación homogénea de criterios en el conjunto del sistema portuario de interés general.

Una vez consolidada dicha delimitación, la Autoridad Portuaria remitirá la información necesaria a ENAIRE, incluyendo:

- Fichero de definición de la Zona Geográfica UAS General, preferentemente en formatos interoperables (p. ej., shp, GeoJSON, DWG u otros equivalentes), que permitan su integración directa en los sistemas de gestión. En caso de no disponer de estos formatos, podrá facilitarse un listado estructurado de coordenadas geográficas para su posterior procesamiento.
- Punto de altura máxima en dicha zona.
- Punto de contacto, preferiblemente página web o dirección de correo genérica.

A estos efectos, deberá tenerse en cuenta que la normativa nacional establece como condiciones generales:

- una distancia horizontal mínima de 10 metros desde el límite perimetral exterior,
- una altura máxima de 50 metros desde el punto más alto del perímetro delimitado.



Una vez aprobada e incorporada al visor oficial ENAIRE Drones, la Zona UAS General constituirá el régimen obligatorio de referencia para cualquier operación de UAS por terceros dentro de su perímetro.

NOTA: en el apartado “13.3 Enlaces útiles” se incluye, entre otros, el enlace al visor oficial ENAIRE Drones.

7.1.2 Zona UAS particular como instrumento complementario

De forma complementaria, y cuando las circunstancias lo requieran, la Autoridad Portuaria puede valorar la conveniencia de promover una zona UAS particular.

La Autoridad Portuaria podrá apoyarse en la Dirección de Explotación de Puertos del Estado para el análisis previo de la conveniencia y alcance de la medida, asegurando así una aproximación homogénea y técnicamente consistente en el ámbito portuario estatal.

Esta posible delimitación de una zona UAS particular puede plantearse, entre otros casos, en:

- áreas de interacción puerto-ciudad abiertas al uso público,
- instalaciones con riesgos específicos no plenamente cubiertos por la zona general,
- entornos con condicionantes adicionales de protección o coordinación interadministrativa.

A diferencia de la zona UAS general, cuyo establecimiento deriva directamente del marco normativo cuando se cumplen los requisitos previstos, la zona UAS particular tiene carácter potestativo. Su creación requiere una solicitud formal debidamente motivada, acompañada de una justificación técnica individualizada y de un análisis de proporcionalidad respecto a las limitaciones que se pretendan imponer.

La tramitación seguirá el procedimiento desarrollado por la Comisión Interministerial entre Defensa y Transportes y Movilidad Sostenible (CIDETRA), con la correspondiente evaluación por los órganos competentes en materia de UAS y, en su caso, publicación en el visor oficial ENAIRE Drones.

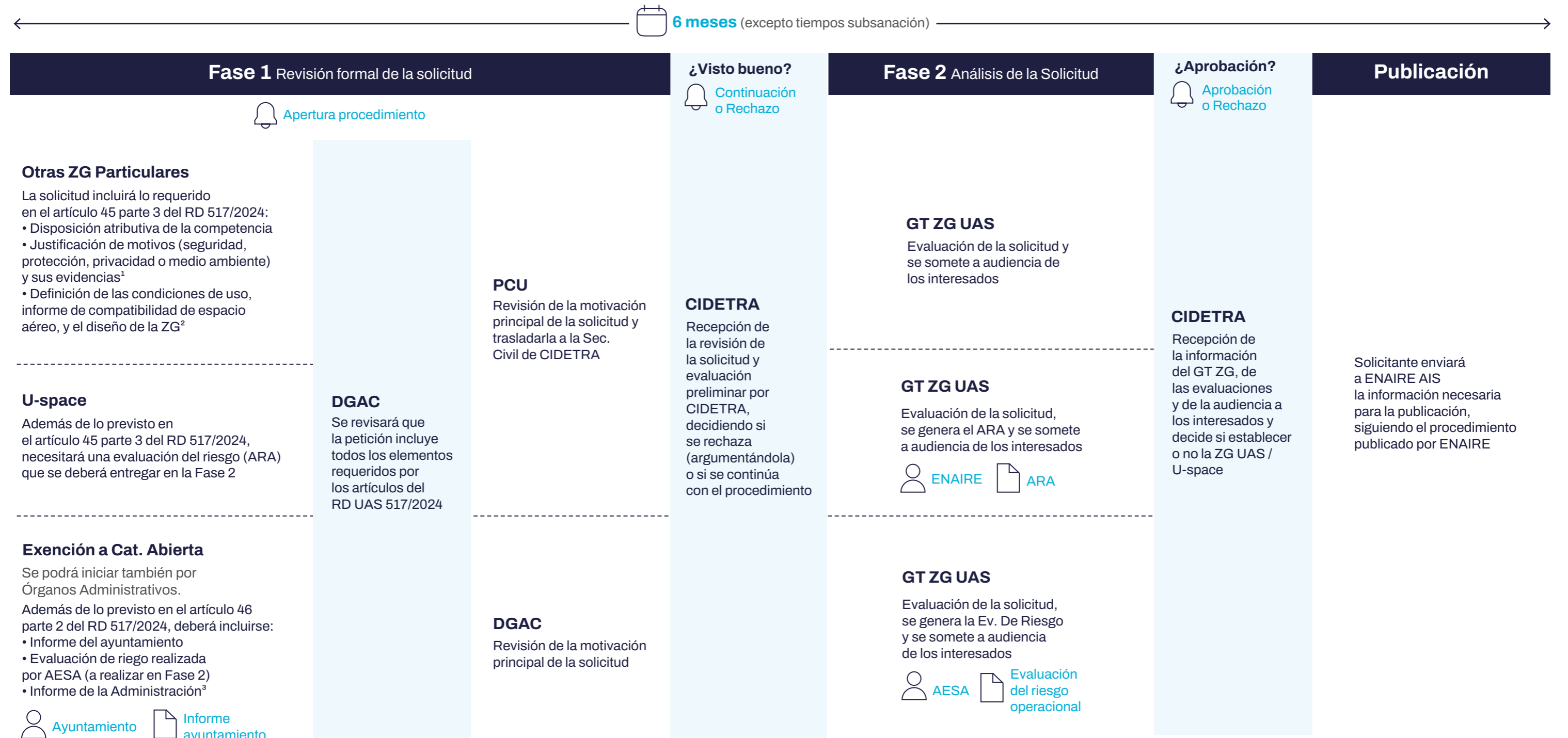
En caso de superposición con la zona de UAS general, la zona particular podrá establecer restricciones adicionales o condiciones específicas dentro de su ámbito, reforzando el nivel de control en aquellas áreas que así lo requieran.



Esquema de tramitación de Zonas UAS particulares - Flujo de procesos administrativos y técnicos

Notificación Autor Entregable

Este diagrama no representa los ciclos de subsanación, siendo posible durante todo el procedimiento, que las diferentes entidades que revisan la solicitud puedan requerir al solicitante la subsanación de deficiencias detectadas.



GLOSARIO

ARA: Air Risk Assessment (Evaluación de Riesgo en Aire)

PCU: Puntos de Contacto Único de la Administración General Estado

CIDETRA: Comisión Interministerial Defensa y Transportes

GT ZG UAS: Grupo Trabajo Zonas Geográficas de UAS

NOTAS

1. Sólo en los motivos que las requieren.
2. Realizado por un proveedor certificado de servicios de diseño de procedimientos de vuelo o un proveedor ATS, salvo que aplique la excepción del Art.47.1.
3. Sólo cuando coincida total o parcialmente con una ZG UAS particular previa, se deberá adjuntar un informe de la Administración Pública, autonómica o estatal, conforme al Art46.3.b).

DGAC-CIDETRA: [Procedimiento para la solicitud y revisión de zonas geograficas de UAS.](#)

7.2 Procedimientos de autorización de operaciones UAS

La autorización de operaciones de UAS por terceros en el entorno portuario se desarrolla en paralelo a las condiciones derivadas de la zonificación UAS —materializada a través de la zona UAS general y en su caso, de zonas UAS particulares—. En este contexto, la Autoridad Portuaria debe establecer un procedimiento formal para la autorización de operaciones concretas promovidas por terceros.

Este procedimiento tiene por finalidad garantizar que cada vuelo proyectado:

- Cumple la normativa aeronáutica aplicable en función de su categoría operacional.
- Respeto las condiciones derivadas de la zonificación UAS vigente.
- Resulta compatible con la seguridad, la protección y la operativa del puerto.

La autorización portuaria no sustituye las habilitaciones exigibles por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea ni las coordinaciones aeronáuticas pertinentes, sino que constituye un mecanismo adicional de control vinculado al uso del dominio público portuario y a la condición del puerto como infraestructura estratégica.

La publicación de la zona UAS en el visor ENAIRE Drones no sustituye estas obligaciones. El operador debe conocer y cumplir las condiciones aplicables a la operación, y la Autoridad Portuaria mantiene su competencia para autorizar o condicionar el uso del dominio público portuario.

En la práctica, este modelo se articula mediante procedimientos administrativos y operativos definidos por cada Autoridad Portuaria, que establecen los requisitos documentales, los criterios de evaluación y las condiciones de ejecución de las operaciones.

Este enfoque podrá evolucionar progresivamente hacia entornos digitalizados apoyados en plataformas de gestión de operaciones UAS que permitan centralizar la tramitación de solicitudes, facilitar la validación de la documentación y mejorar la trazabilidad de las operaciones autorizadas, en línea con las soluciones descritas en el capítulo 10.

7.2.1 Requisitos previos del solicitante

Con carácter previo a la solicitud ante la Autoridad Portuaria, el operador deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa aeronáutica vigente para la categoría de operación correspondiente.

A estos efectos, la Autoridad Portuaria deberá verificar, al menos, que el solicitante dispone de:

- Registro como operador UAS ante AESA.
- Certificaciones y habilitaciones del piloto remoto acordes a la categoría operacional declarada.
- Seguro de responsabilidad civil en vigor conforme al Reglamento (CE) 785/2004, sin perjuicio de otras disposiciones específicas que puedan resultar de aplicación.
- Documentación acreditativa adicional en caso de operaciones en categoría específica (declaración STS, autorización operacional o LUC).
- Evaluación de riesgos operacionales cuando resulte exigible.

Estos requisitos constituyen condición necesaria, aunque no suficiente, para la autorización en el ámbito portuario.



7.2.2 Solicitud de autorización ante la Autoridad Portuaria

La ejecución de operaciones con UAS en la zona de servicio requerirá la presentación de una solicitud formal ante la Autoridad Portuaria, con una antelación mínima que permita su evaluación técnica.

La solicitud deberá incluir, como mínimo:

- Identificación del operador, piloto y aeronave.
- Descripción detallada de la operación (concepto de operaciones —CONOPS—).
- Delimitación geográfica precisa de la zona de vuelo.
- Fechas y franja horaria previstas.
- Alturas de operación.
- Distancias de seguridad respecto a personas, buques e infraestructuras.
- Medidas mitigadoras previstas.
- Coordinaciones aeronáuticas exigibles (gestores de aeropuertos, helipuertos, aeródromos/helipuertos restringidos).

Cuando el despegue o aterrizaje se realice en zona concesionada, deberá acreditarse la conformidad del titular de la concesión.

La Autoridad Portuaria podrá establecer un canal específico de presentación a través de su sede electrónica y definir plazos mínimos de tramitación.

7.2.3 Requisitos en función de la zonificación portuaria

La evaluación de la solicitud deberá realizarse teniendo en cuenta la zonificación interna del puerto. A estos efectos, resulta recomendable estructurar el puerto en áreas funcionales con requisitos diferenciados en función de su sensibilidad operativa, de seguridad y de protección.

Con carácter orientativo, podrán distinguirse las siguientes tipologías:

a) Zonas públicas o de interacción puerto-ciudad:

Incluyen áreas abiertas al público, marinas deportivas o espacios de uso mixto. En estas zonas podrá exigirse:

- refuerzo de distancias de seguridad respecto a personas no participantes,
- limitaciones específicas de altura,
- restricciones adicionales en materia de captación de imágenes,
- condiciones adicionales en caso de eventos o elevada afluencia,

En determinados supuestos, las filmaciones y sesiones fotográficas con UAS podrán tramitarse mediante procedimiento específico.

b) Zonas industriales restringidas (contenedores, graneles, terminales especializadas):

Se caracterizan por la presencia de maquinaria pesada y operaciones continuas. En estas áreas la Autoridad Portuaria podrá:

- establecer perímetros de seguridad mínimos,
- limitar la masa máxima al despegue (MTOM),
- condicionar la operación a la coordinación previa con el concesionario o titular de la instalación,
- ajustar horarios a ventanas compatibles con la operativa.

c) Zonas de hidrocarburos, químicas o con riesgo tecnológico:

En entornos con riesgo industrial relevante podrán imponerse condiciones adicionales tales como:

- justificación técnica reforzada de la operación,
- exclusión de determinadas configuraciones o masas,
- limitación de sobrevuelo directo sobre instalaciones sensibles,
- autorización expresa adicional cuando coincidan operaciones críticas,

d) Zonas marítimas (interior y exterior):

En operaciones sobre lámina de agua deberá analizarse la compatibilidad con:

- maniobras de buques,
- canales de acceso,
- operaciones de practica, remolque o suministro.

La autorización podrá condicionarse a limitaciones de altura, coordinación operativa previa o exclusión temporal en función de la actividad marítima prevista.

e) Entornos de infraestructuras críticas y helipuertos:

En áreas próximas a centros de control, edificios institucionales, fuerzas de seguridad o helipuertos, la Autoridad Portuaria podrá:

- establecer perímetros de exclusión,
- exigir coordinación por radio cuando proceda,
- condicionar la operación a autorizaciones adicionales específicas.

Cuando una operación afecte a más de una zona, se aplicarán cumulativamente los requisitos más restrictivos.

7.2.4 Resolución y condiciones de operación

La Autoridad Portuaria resolverá expresamente sobre la solicitud presentada, pudiendo:

- autorizar la operación en los términos solicitados,
- autorizar la operación con condiciones técnicas adicionales,
- denegar la solicitud de forma motivada cuando existan riesgos no mitigables o incompatibilidad con la explotación portuaria.

La autorización deberá delimitar:

- el ámbito geográfico autorizado,
- el periodo temporal de validez,
- las condiciones operativas específicas.

La operación deberá ser interrumpida inmediatamente cuando así lo requiera la Autoridad Portuaria por razones operativas, de seguridad o de protección.

El incumplimiento de las condiciones establecidas podrá dar lugar a la revocación de la autorización y a la aplicación del régimen sancionador correspondiente conforme a la normativa portuaria vigente.

7.3 Prestación de servicios comerciales con UAS en régimen de libre competencia

Los servicios comerciales son aquellas actividades de prestación de naturaleza comercial o industrial que, no teniendo el carácter de servicios portuarios, están vinculadas a la actividad portuaria y se desarrollan en el dominio público portuario. Se encuentran regulados en el Capítulo V del Título VI del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (TRLPEMM), en particular en sus artículos 246 a 250.

En este contexto, las operaciones con sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) realizadas por empresas especializadas, como inspecciones técnicas, levantamientos topográficos, apoyo a terminales, vigilancia industrial o control ambiental, pueden tener la consideración de servicios comerciales cuando se presten a cambio de contraprestación económica y estén vinculadas a la actividad portuaria.

Si la Autoridad Portuaria opta por que dichas operaciones con UAS en la zona de servicio de su competencia sean desarrolladas por empresas externas especializadas, debe regular y dar publicidad a los requisitos de acceso y a las condiciones de prestación del servicio. El objetivo es ordenar su ejercicio en régimen de libre competencia, garantizando que los usuarios finales del servicio, la propia Autoridad Portuaria, concesionarios, terminales, navieras u otros operadores, puedan elegir, en condiciones de igualdad, entre las empresas previamente autorizadas.

La definición de los requisitos de acceso y de las condiciones de prestación se articula mediante la elaboración, aprobación y posterior publicación por parte de la Autoridad Portuaria de un Pliego de Condiciones Particulares, figura jurídica prevista en el artículo 139 del TRLPEMM. Este instrumento no supone la adjudicación de un contrato público ni la designación de un



07 Regulación y gestión del uso de UAS por terceros

operador exclusivo, sino la regulación del ejercicio de una actividad económica por terceros en el dominio público portuario.

El Pliego debe establecer de manera objetiva y transparente:

- Los requisitos técnicos, administrativos y de solvencia exigibles a los operadores.
- Las condiciones operativas específicas aplicables al entorno portuario.
- Las obligaciones en materia de seguridad, protección y responsabilidad.
- El régimen de autorización como prestador habilitado.
- El procedimiento de validación técnica de cada operación concreta.

La filosofía del modelo se basa en una estructura de doble control. En primer lugar, la empresa interesada debe solicitar y obtener una autorización o título habilitante de servicio comercial, acreditando que cumple los requisitos de acceso establecidos en el Pliego y comprometiéndose a respetar sus condiciones de prestación. La Autoridad Portuaria evaluará la solicitud y podrá otorgar la autorización, condicionarla o denegarla de forma motivada.

En segundo lugar, la obtención del título habilitante no habilita a operar de forma automática o discrecional en el puerto. Cada operación individual con UAS, o cada campaña de operaciones homogéneas, deberá ser objeto de una validación previa por parte de la Autoridad Portuaria de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado anterior, con el fin de garantizar su compatibilidad con la explotación portuaria, la seguridad de las operaciones marítimas y terrestres y las condiciones de protección del recinto.

Este esquema permite ordenar de manera estructurada la prestación de servicios con UAS en un entorno especialmente sensible, evitando interferencias operativas, reforzando la trazabilidad de las actividades y asegurando la coordinación con las obligaciones derivadas de la normativa aeronáutica y de la consideración del puerto como Zona Geográfica UAS por razón



de protección de servicios esenciales (artículo 39 del Real Decreto 517/2024).

En coherencia con el régimen de libre competencia propio de los servicios comerciales, ni el Pliego ni la autorización han de fijar tarifas o precios, que serán libremente pactados entre el operador habilitado y sus clientes, sin perjuicio de las tasas o cánones que puedan derivarse de la utilización del dominio público portuario conforme a la normativa vigente.

Junto con la presente guía se facilita un modelo orientativo de Pliego de Condiciones Particulares para la prestación del servicio comercial de operaciones con UAS, desarrollado por Puertos del Estado, que puede servir como referencia y punto de partida para la regulación de esta actividad por parte de las Autoridades Portuarias.

Dicho modelo deberá ser adaptado y particularizado por cada Autoridad Portuaria en función de sus características operativas, organizativas y técnicas, especialmente en lo relativo a las condiciones específicas de prestación del servicio, que deberán desarrollarse en el correspondiente Anexo técnico del Pliego.

De este modo, el régimen de servicios comerciales con UAS se configura como un instrumento de ordenación jurídica y técnica que permite compatibilizar la innovación tecnológica con la seguridad, la protección y la correcta gestión del dominio público portuario.

7.4 Supervisión, control y coordinación con otros organismos

El uso de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) en un puerto de interés general requiere un marco sólido de supervisión y coordinación institucional. La Autoridad Portuaria no actúa de manera aislada en este ámbito: el espacio portuario, por su naturaleza multimodal y su condición de infraestructura estratégica, implica la intervención de diversas administraciones competentes en la gestión del espacio aéreo, la seguridad, la protección y la respuesta ante emergencias.

En este contexto, la autorización de operaciones con UAS no agota las competencias de la Autoridad Portuaria, sino que debe complementarse con mecanismos de supervisión continuada y coordinación institucional que garanticen la correcta integración de estas operaciones en la actividad portuaria.

7.4.1 Supervisión del cumplimiento en el ámbito portuario

Corresponde a la Autoridad Portuaria velar por que las operaciones con UAS se desarrollen conforme a:

- Las condiciones establecidas en la autorización otorgada.
- La normativa aeronáutica aplicable.
- Las exigencias en materia de seguridad y protección portuaria.
- Las medidas de coordinación previstas con otros organismos.

A tal efecto, la Autoridad Portuaria podrá:

- Realizar verificaciones documentales.
- Requerir información adicional sobre operaciones realizadas.
- Supervisar determinadas actividades cuando se estime necesario.
- Establecer mecanismos de registro y trazabilidad de operaciones autorizadas.



En caso de incumplimiento, podrá suspender una operación concreta, modificar o revocar la autorización otorgada, o activar los mecanismos sancionadores previstos en la normativa aplicable, actuando siempre bajo criterios de proporcionalidad y motivación.

La supervisión no debe entenderse únicamente como un mecanismo de control reactivo, sino como una herramienta de gestión preventiva orientada a garantizar la compatibilidad entre innovación tecnológica y continuidad del servicio portuario.

7.4.2 Coordinación operativa en el entorno portuario

Las operaciones con UAS pueden interactuar con múltiples actores del ecosistema portuario, entre ellos los servicios de explotación, la Policía Portuaria, concesionarios y terminales, y otros servicios marítimos. Resulta recomendable establecer canales claros de comunicación que permitan:

- Informar con antelación de las operaciones programadas.
- Integrar los vuelos en la planificación operativa del puerto.
- Gestionar incidencias o situaciones imprevistas.
- Activar protocolos de actuación ante emergencias.

Esta coordinación interna refuerza la seguridad integral del recinto y minimiza el riesgo de interferencias con operaciones marítimas y terrestres.

7.4.3 Coordinación con autoridades aeronáuticas y organismos estatales

La relación con la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) resulta fundamental, al ser la autoridad competente en la supervisión del cumplimiento de la normativa sobre operaciones con UAS y en la validación de las capacidades operativas de los operadores conforme al Real Decreto 517/2024 y la normativa europea aplicable.

Asimismo, la Dirección General de Aviación Civil y los órganos técnicos competentes en materia de espacio aéreo desempeñan un papel relevante en la definición de criterios de protección y en la delimitación de zonas geográficas UAS que pueden afectar al entorno portuario. La coordinación con estos organismos garantiza que las operaciones autorizadas se encuentren alineadas con la planificación aeronáutica estatal.



Las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad contribuyen igualmente a la gobernanza del uso de UAS mediante la vigilancia del recinto portuario y la gestión de incidentes relacionados con la seguridad o la protección de la infraestructura. Su participación resulta esencial en situaciones de emergencia o en supuestos de uso indebido de aeronaves no tripuladas.

7.4.4 Integración territorial y mejora continua

La colaboración con autoridades locales y autonómicas permite integrar el uso de UAS en el territorio de forma coherente, teniendo en cuenta la normativa sectorial y los usos urbanos o industriales del entorno del puerto.

La experiencia acumulada en la supervisión de operaciones, la gestión de incidencias y la coordinación institucional permitirá a la Autoridad Portuaria:

- Identificar riesgos emergentes.
- Ajustar condiciones operativas.
- Mejorar procedimientos de validación y control.
- Incorporar nuevas medidas de mitigación cuando resulte necesario.

En conjunto, este sistema de supervisión y coordinación multinivel fortalece la gobernanza del uso de UAS en el ámbito portuario, permitiendo a la Autoridad Portuaria desempeñar su función de garante del interés público con el apoyo técnico y operativo de los organismos competentes.

Protección del puerto frente a UAS no colaborativos

08



8.1 El riesgo asociado a UAS no colaborativos

El uso de UAS en el entorno portuario no se limita a operaciones autorizadas y planificadas. La proliferación de drones de fácil acceso, bajo coste y elevada capacidad técnica, ha introducido un nuevo vector de riesgo para las infraestructuras portuarias, especialmente en aquellas calificadas como infraestructuras esenciales o estratégicas.

Se consideran UAS no colaborativos aquellos que:

- Operan sin autorización del gestor de la infraestructura.
- No cumplen los requisitos de identificación o registro.
- Vulneran las limitaciones geográficas establecidas.
- Son utilizados con fines ilícitos, negligentes o potencialmente hostiles.

Desde la óptica de la protección portuaria, el riesgo incide directamente en:

a) Protección de instalaciones portuarias.

Los UAS pueden emplearse para:

- Reconocimiento previo de zonas sensibles.
- Captación ilícita de información operativa.
- Evaluación de vulnerabilidades físicas.

b) Interferencia con la operativa portuaria.

Un dron no autorizado puede:

- Obligar a suspender operaciones en zonas críticas.
- Generar alertas de seguridad que paralicen la actividad.
- Interferir con movimientos de mercancías peligrosas.

c) Riesgo para personas y bienes.

La caída accidental o deliberada de un UAS puede provocar:

- Daños materiales.
- Incendios en entornos con combustibles.
- Lesiones a trabajadores o terceros.

d) Uso deliberadamente hostil.

En escenarios de mayor gravedad, los UAS pueden emplearse como vector de sabotaje, transporte de objetos prohibidos o alteración intencionada del orden público en el ámbito portuario.

En consecuencia, el UAS no colaborativo debe ser considerado formalmente como una amenaza emergente dentro de la protección del puerto.

8.2 Integración del riesgo asociado a UAS no colaborativos en el sistema de protección portuaria

El tratamiento de esta amenaza no puede abordarse mediante medidas aisladas o exclusivamente tecnológicas. Debe integrarse estructuralmente en el marco normativo de la protección marítima aplicable a los puertos de interés general conforme al marco europeo y nacional vigente.

La Autoridad Portuaria, como autoridad de protección portuaria, debe:

- Incorporar el riesgo asociado a UAS no colaborativos en las Evaluaciones de Protección del Puerto.
- Analizar activos críticos y zonas especialmente sensibles frente a esta amenaza.
- Determinar escenarios plausibles de intrusión o uso indebido.

El Plan de Protección del Puerto (PPP) constituye el instrumento operativo para materializar estas medidas, debiendo contemplar:

- Procedimientos de detección y verificación de incidentes.
- Protocolos internos de comunicación.
- Procedimientos de coordinación y neutralización con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, puesto que les corresponde las actuaciones de intervención operativa, neutralización activa o uso de medios de inhibición, conforme a la normativa vigente.

En este contexto, el Comité Consultivo de Protección del Puerto constituye una herramienta especialmente útil para el tratamiento del riesgo asociado a UAS no colaborativos. Este órgano permite:

- Compartir análisis de amenaza e inteligencia operativa relevante.
- Contrastar vulnerabilidades detectadas en evaluaciones técnicas.
- Coordinar criterios de actuación entre Autoridad Portuaria, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad y demás organismos con presencia en el puerto.

- Revisar periódicamente la idoneidad de las medidas implantadas.

Asimismo, la eficacia de las medidas previstas en el Plan de Protección del Puerto debe verificarse mediante la realización periódica de prácticas que permitan:

- Validar los procedimientos de detección y comunicación.
- Comprobar los tiempos de reacción.
- Evaluar la interoperabilidad de los sistemas tecnológicos implantados.
- Identificar lagunas organizativas o ambigüedades competenciales.

El resultado de estas prácticas debe incorporarse a un ciclo de mejora continua, basado en:

1. Evaluación posterior (lecciones identificadas).
2. Revisión de procedimientos y protocolos.
3. Refuerzo formativo del personal implicado.

Este enfoque dinámico resulta esencial en un ámbito caracterizado por la rápida evolución tecnológica de los UAS y por la constante adaptación de los modos de uso indebido. La protección frente a UAS no colaborativos no puede concebirse como una medida estática, sino como un sistema vivo, integrado en la arquitectura general de protección del puerto y sometido a revisión periódica en función del riesgo.



8.3 Arquitectura de protección frente a UAS no colaborativos

La protección del puerto frente a UAS no colaborativos debe estructurarse conforme a una arquitectura escalonada y coherente basada en la combinación de regulación, supervisión operativa y capacidades de detección y coordinación operativa y eventual neutralización.

La regulación y gestión de UAS se desarrolla en el Capítulo 7 de esta guía. Dicho marco constituye el primer nivel de control, permitiendo diferenciar operaciones autorizadas de posibles intrusiones. El presente apartado se centra, por tanto, en los dos niveles adicionales necesarios desde la perspectiva estricta de protección:

8.3.1 Detección y verificación de UAS no colaborativos

Cuando un UAS:

- no transmite identificación válida,
- opera fuera de los parámetros autorizados,
- penetra en zonas sensibles sin autorización,
- o genera una alerta por comportamiento anómalo,

resulta imprescindible disponer de capacidades de detección específicas.

Estas capacidades pueden incluir, en función del análisis de riesgo del puerto:

- Sensores de radiofrecuencia (RF).
- Radar de baja cota adaptado a objetivos de pequeño tamaño.
- Sistemas ópticos o térmicos de confirmación visual.
- Plataformas de fusión de datos e integración en centros de control.

La combinación de estos sensores permite mejorar la fiabilidad de la detección, reducir falsas alarmas y aumentar la capacidad de caracterización de la amenaza en entornos operativos complejos como el portuario.

La eficacia de este nivel depende en gran medida de la integración de los sistemas en los centros de control portuarios, donde la información procedente de los distintos sensores puede ser agregada, correlacionada y analizada de forma conjunta, generando una visión operativa unificada.

En este sentido, resulta especialmente relevante la capacidad de correlacionar las detecciones con los planes de vuelo autorizados, de modo que pueda distinguirse de forma ágil entre operaciones legítimas y posibles intrusiones. Esta funcionalidad requiere la interoperabilidad entre los sistemas de detección y las plataformas de gestión del tráfico UAS (UTM), permitiendo automatizar la verificación y optimizar la carga operativa.

Asimismo, los sistemas deben permitir el registro y almacenamiento de evidencias, incluyendo trazas, imágenes y registros de actividad, con el fin de facilitar la gestión de incidentes, su análisis posterior y la coordinación con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.

La finalidad de este nivel no es la neutralización automática, sino:

- Confirmar la intrusión.
- Caracterizar la amenaza.
- Reducir falsas alarmas.
- Activar con rapidez los protocolos previstos en el Plan de Protección del Puerto.

La integración de los sistemas de detección en plataformas plenamente interoperables con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad constituye un elemento esencial para optimizar recursos, evitar duplicidades y reforzar la capacidad operativa conjunta. Esta interoperabilidad permite compartir información en tiempo real, incluyendo evidencias y registros de detección, mejorar la trazabilidad de los incidentes y facilitar una toma de decisiones coordinada y eficaz.

Esta evolución resulta coherente con el desarrollo de plataformas digitales integradas y servicios asociados al ecosistema U-space descritos en el Capítulo 10, que progresivamente permitirán una mayor automatización y coordinación de las operaciones.

8.3.2 Coordinación operativa y eventual neutralización

La detección técnica constituye únicamente una fase del proceso. La respuesta frente a UAS no colaborativos debe enmarcarse en el esquema competencial vigente:

- La Autoridad Portuaria identifica el incidente y activa los protocolos del PPP.
- Las actuaciones de intervención operativa o neutralización activa corresponden, en su caso, a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.

Por ello, cualquier sistema de detección debe estar vinculado a:

- Protocolos claros de comunicación inmediata.
- Umbrales definidos de activación.
- Participación en prácticas para validar tiempos de respuesta y coordinación.

Adicionalmente, desde una perspectiva evolutiva, resulta conveniente avanzar progresivamente hacia modelos más integrados de gestión operativa que permitan reforzar la capacidad de supervisión y coordinación. En este sentido, podrá valorarse, en función del grado de madurez y de las necesidades de cada Autoridad Portuaria, la evolución hacia sistemas que permitan:

- La gestión y visualización en tiempo real de las detecciones desde los centros de control.
- La integración de la información procedente de distintos sensores y su correlación con operaciones autorizadas.



- La generación automatizada de alertas operativas ante posibles intrusiones.
- El establecimiento de mecanismos estructurados de intercambio de información y evidencias con las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.

Este enfoque progresivo permite avanzar hacia modelos más integrados y eficientes sin comprometer la operatividad actual ni imponer requisitos tecnológicos que, en determinadas circunstancias, puedan no resultar aún viables.

Aplicaciones y experiencias de UAS en puertos

09

La progresiva incorporación de UAS en el entorno portuario está dando lugar a un conjunto creciente de aplicaciones prácticas orientadas a mejorar la eficiencia operativa, reforzar la seguridad y optimizar los procesos de supervisión y gestión de infraestructuras.

En los últimos años, diversas Autoridades Portuarias han desarrollado experiencias piloto o incorporado de forma estable el uso de UAS en distintos ámbitos operativos, generando un conocimiento práctico relevante sobre su implantación, sus beneficios y los retos asociados a su utilización en el entorno portuario.

El presente capítulo recoge una visión general del nivel de implantación actual, así como algunos ejemplos de uso en puertos nacionales e internacionales, con el objetivo de identificar buenas prácticas y elementos que pueden facilitar la adopción progresiva de esta tecnología en el sistema portuario.

9.1 Nivel de implantación de UAS en las Autoridades Portuarias

La información recogida en este apartado se basa en los resultados de un cuestionario remitido por Puertos del Estado a las Autoridades Portuarias en junio de 2025, con el objetivo de conocer el grado de implantación y los principales casos de uso de UAS en el sistema portuario de interés general.

Nivel de adopción

En términos generales, el uso de UAS en el sistema portuario español se encuentra aún en una fase inicial de implantación.

De las **28 Autoridades Portuarias**, **9 (32 %) declararon utilizar UAS de forma operativa**. Estas Autoridades Portuarias disponen en conjunto de **25 aeronaves**, lo que supone:

- Media: 2,8 UAS por Autoridad Portuaria.
- Rango: entre 1 y 8 UAS por puerto.

32%

declararon utilizar UAS de forma operativa

25

Aeronaves disponen en conjunto estas Autoridades Portuarias

Recursos humanos

La implantación de estas capacidades se apoya en una base relevante de personal cualificado.

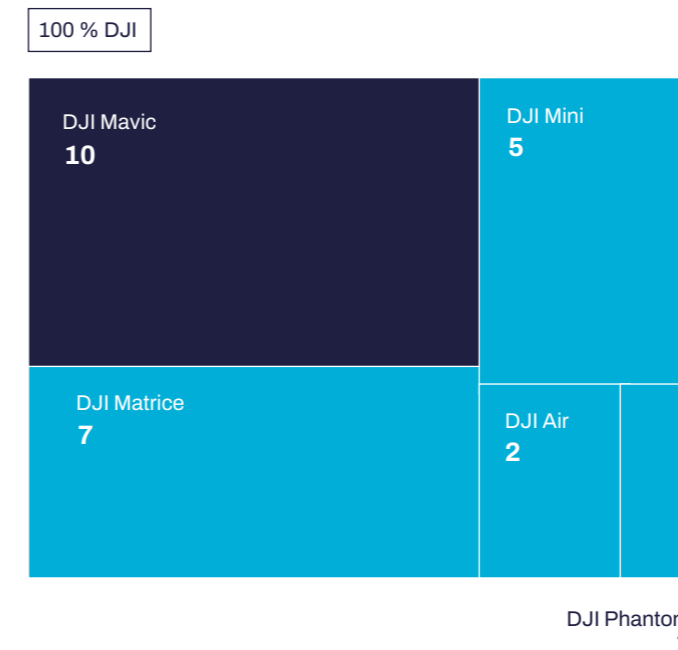
En total se han identificado 59 pilotos certificados, con una distribución que oscila entre 1 y 20 pilotos por Autoridad Portuaria.

En cuanto a capacidades operativas avanzadas, 3 Autoridades Portuarias han declarado realizar operaciones simultáneas, alcanzando un máximo de 5 UAS operando de forma concurrente, lo que constituye un primer paso hacia escenarios de operación coordinada.

Plataformas y equipamiento tecnológico

Desde el punto de vista tecnológico, la flota desplegada presenta una elevada homogeneidad, estando compuesta en un 100 % por plataformas DJI, principalmente de las gamas Mavic, Matrice, Mini, Air y Phantom.

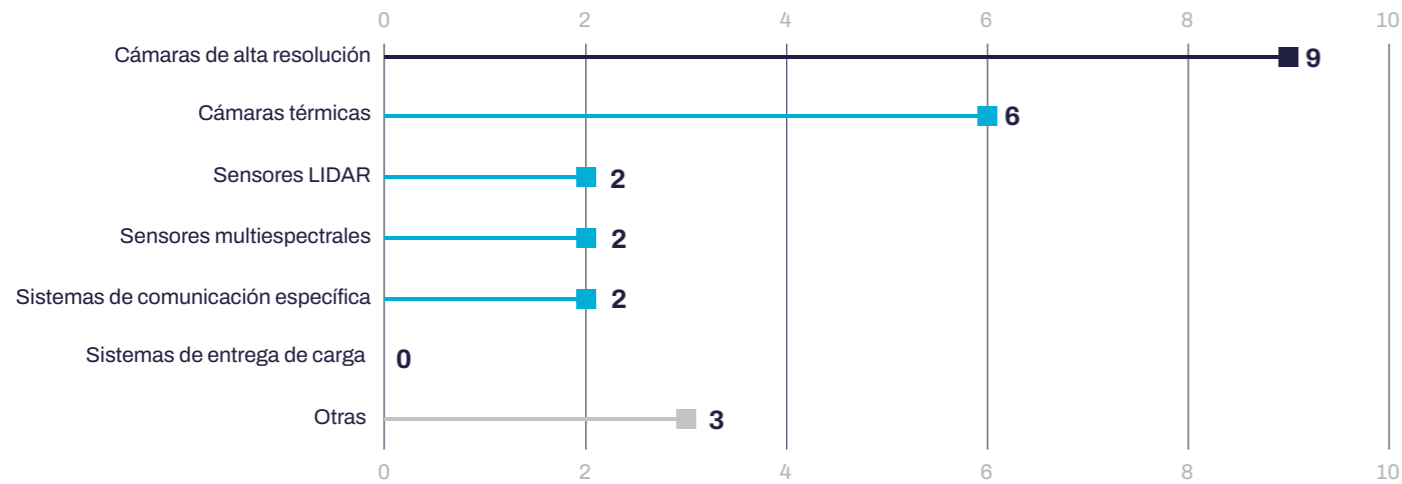
Modelos de drones utilizados





Estas aeronaves incorporan cámaras de alta resolución, cámaras térmicas, sensores LiDAR, sensores multispectrales y sistemas de comunicación específicos, así como tecnologías de geoposicionamiento de alta precisión mediante D-RTK y GNSS multibanda, habilitando aplicaciones de vigilancia, inspección técnica, cartografía y monitorización ambiental con elevados niveles de precisión

Equipamiento y sensores utilizados



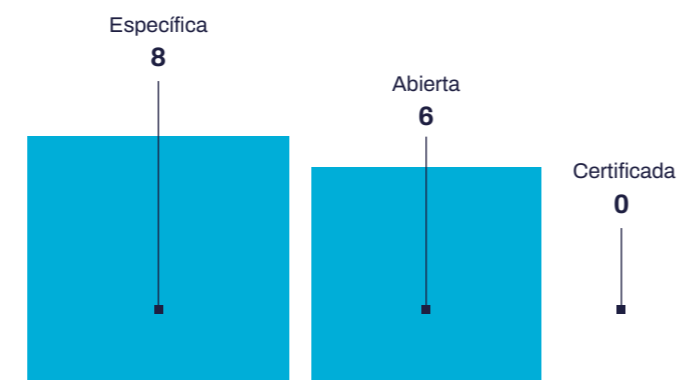
Marco operativo y regulatorio

En el ámbito normativo, 6 Autoridades Portuarias realizan operaciones exclusivamente bajo marco EASA, mientras que 3 operan bajo marco EASA y No EASA, reflejando la coexistencia de distintos regímenes operativos en función de los escenarios de uso.

En relación con la estructuración del espacio aéreo portuario, únicamente 6 Autoridades Portuarias cuentan con zonas geográficas de UAS generales publicadas en ENAIRE Drones, frente a 22 Autoridades Portuarias que disponen de ZG UAS generales definidas, pero no publicadas, lo que pone de manifiesto un amplio margen de mejora en términos de formalización, coordinación y transparencia.

Con respecto a las categorías operacionales EASA, 6 Autoridades Portuarias operan en categoría Abierta y 8 en categoría Específica. Esta distribución evidencia que el uso actual de UAS en el entorno portuario se desarrolla principalmente en escenarios de riesgo bajo o medio.

Categorías operacionales



Modelos organizativos

En cuanto a los modelos de operación:

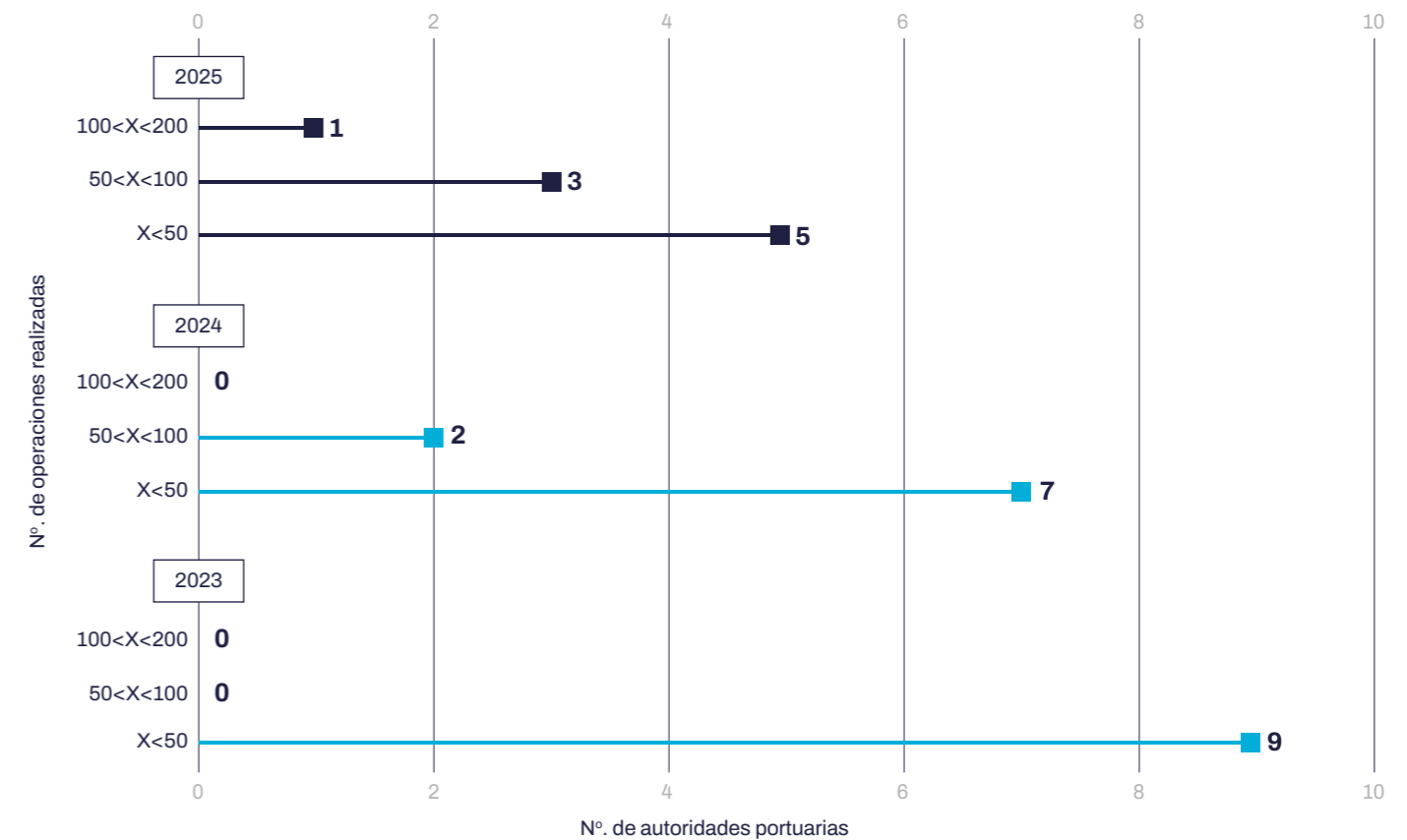
- 3 Autoridades Portuarias operan exclusivamente con personal propio.
- 6 Autoridades Portuarias utilizan un modelo mixto, combinando personal interno y operadores externos.

La gestión de las operaciones UAS se concentra principalmente en las áreas de Explotación e Infraestructuras, lo que refleja el carácter transversal de esta tecnología dentro de la organización portuaria.

Evolución reciente de la actividad

El análisis del periodo 2023–2025 permite identificar una intensificación progresiva del uso de UAS en aquellas Autoridades Portuarias que han desarrollado capacidades propias. En el caso de los vuelos propios, en 2023 un total de 9 Autoridades Portuarias realizaban menos de 50 operaciones anuales, sin que ninguna superara dicho umbral. En 2024, 7 Autoridades Portuarias se situaban por debajo de 50 operaciones anuales y 2 entre 50 y 100 operaciones. En 2025, 5 Autoridades Portuarias permanecen en el rango inferior a 50 operaciones, 3 se sitúan entre 50 y 100 operaciones y 1 Autoridad Portuaria alcanza un volumen comprendido entre 100 y 200 operaciones anuales.

Evolución de Vuelos Propios



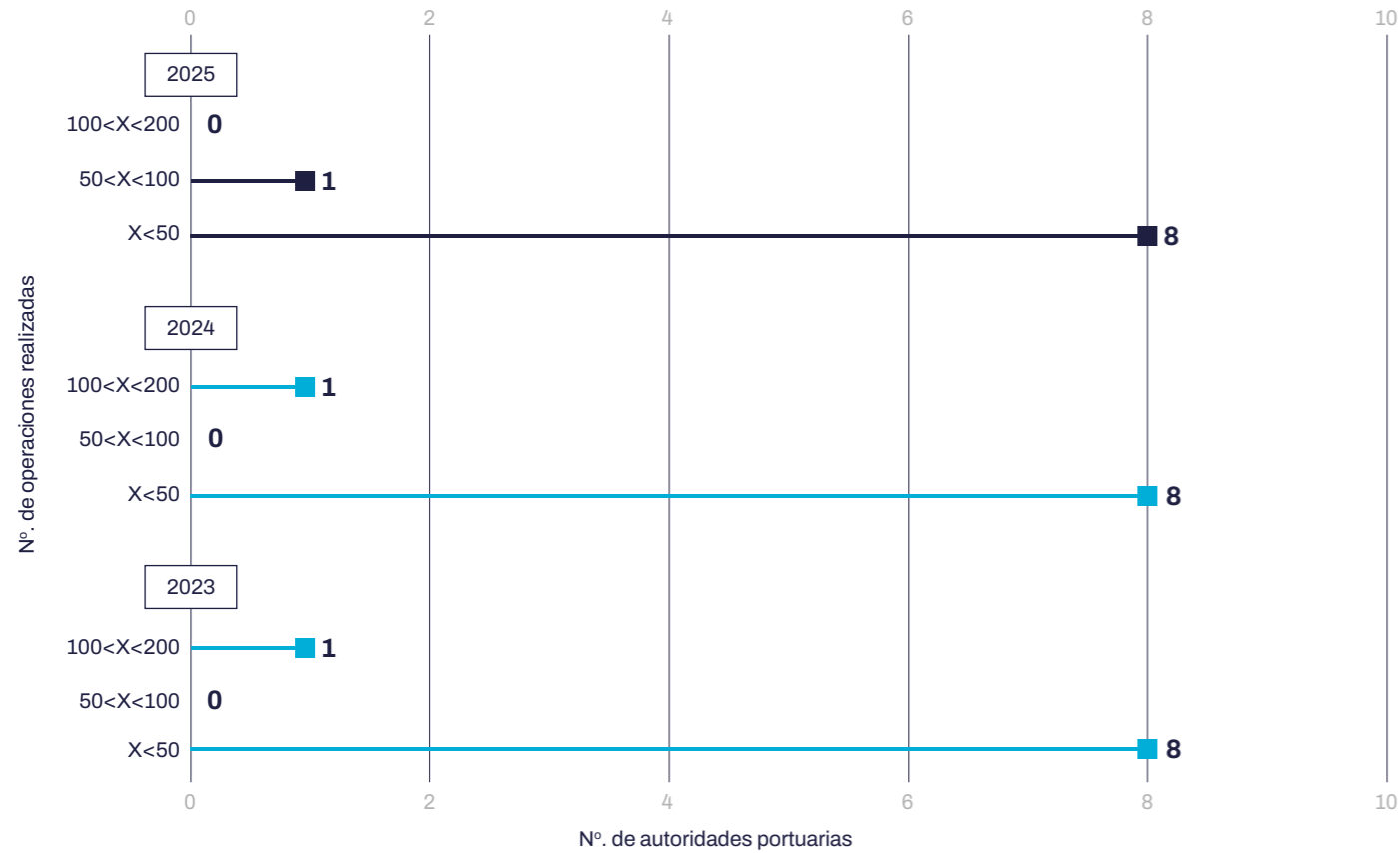


Por el contrario, el modelo basado en vuelos contratados a terceros presenta una estabilidad significativa. En 2023, 8 Autoridades Portuarias realizaban menos de 50 operaciones anuales y 1 superaba las 100 operaciones. En 2024 se mantiene la misma distribución

(8 por debajo de 50 operaciones y 1 por encima de 50). En 2025, 8 Autoridades Portuarias continúan en el rango inferior a 50 operaciones y 1 se sitúa entre 50 y 100 operaciones, sin registrarse volúmenes superiores a 100 operaciones.

Evolución de Vuelos Contratados

AAPP contratan vuelos a 3^{os}



Valoración del uso de UAS

Las Autoridades Portuarias que ya utilizan UAS destacan de forma recurrente diversos beneficios:

- Mejora de la seguridad operativa.
- Optimización de la eficiencia en inspecciones y vigilancia.
- Reducción de costes.
- Mayor precisión en la obtención de información.
- Generación de capacidades técnicas especializadas dentro de las organizaciones.
- Control de los volúmenes de desechos MARPOL entregados por los buques y recepcionados por los prestadores del servicio.

Síntesis

En conjunto, los datos evidencian que, aunque el número de Autoridades Portuarias con UAS todavía es limitado, aquellas que han apostado por desarrollar capacidades propias están intensificando progresivamente su utilización, lo que constituye un indicador claro de madurez operativa creciente dentro del sistema portuario.

9.2 Casos de uso en puertos nacionales

Tras el análisis de la situación actual y la evolución del uso de UAS en el sistema portuario español, resulta necesario descender al plano operativo y analizar cómo estas capacidades se materializan en aplicaciones concretas dentro de los recintos portuarios.

Los seis ámbitos funcionales descritos a continuación representan los escenarios donde el uso de UAS ha mostrado mayor aplicabilidad y potencial dentro del sistema portuario español.

Cada caso se desarrolla de forma homogénea, detallando su contexto operativo, las cargas de pago recomendadas, las principales aplicaciones y el impacto generado. El objetivo es proporcionar una referencia técnica clara que permita a las Autoridades Portuarias evaluar de manera estructurada qué capacidades pueden incorporar y cómo hacerlo de forma escalable y alineada con la evolución estratégica descrita en el apartado anterior.



Vigilancia y seguridad perimetral

Descripción técnico-operacional

La vigilancia y control del perímetro portuario constituye una función crítica dentro del sistema de protección física del dominio público portuario, especialmente en instalaciones consideradas infraestructuras estratégicas o críticas. Los recintos portuarios presentan perímetros extensos, geometrías complejas, zonas aisladas y áreas con visibilidad limitada, lo que dificulta la supervisión continua mediante medios exclusivamente terrestres.

Los sistemas tradicionales, basados en patrullas físicas y CCTV, pueden verse condicionados por la disponibilidad de recursos humanos y por la imposibilidad de cubrir simultáneamente zonas remotas o de difícil acceso.

La incorporación de UAS permite complementar estos medios mediante una capacidad de observación aérea flexible, de despliegue inmediato y con visión ampliada del entorno. Esta herramienta facilita la verificación rápida de alarmas, mejora el control de accesos secundarios y refuerza la cobertura en áreas donde la vigilancia fija resulta insuficiente, integrándose como apoyo directo a los centros de control y servicios de seguridad.

Cargas de pago recomendadas

En entornos portuarios se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:

- Cámara RGB estabilizada con zoom óptico medio/alto.
- Cámara térmica (LWIR/MWIR).
- Transmisión de vídeo en tiempo real.
- Iluminación auxiliar y megafonía (según escenario).

Aplicaciones operativas del UAS

En el ámbito de la vigilancia y seguridad perimetral, los UAS permiten cubrir de forma eficiente un amplio abanico de aplicaciones, entre las que destacan:

- Rondas aéreas programadas o bajo demanda.
- Verificación inmediata de alarmas.
- Supervisión de zonas remotas.
- Apoyo a eventos o dispositivos especiales.
- Vigilancia nocturna.
- Evolución hacia misiones automatizadas (drone-in-a-box).

Valor añadido generado

La integración de UAS en la vigilancia y seguridad perimetral aporta un valor añadido claro y tangible para la Autoridad Portuaria, destacando:

- Reducción de tiempos de respuesta ante intrusiones.
- Mejora del conocimiento situacional en tiempo real.
- Cobertura ampliada sin incremento proporcional de patrullas.
- Refuerzo del sistema de protección física con una capa aérea flexible.



Inspección de infraestructuras

Descripción técnico-operacional

La inspección periódica de muelles, diques, defensas, cubiertas o torres es esencial para garantizar la integridad estructural y la continuidad operativa. Estas infraestructuras están sometidas a condiciones ambientales agresivas y ciclos operativos intensivos.

Los métodos tradicionales implican trabajos en altura o medios auxiliares costosos, aumentando riesgos y limitando la frecuencia de inspección.

Los UAS permiten realizar inspecciones visuales y geométricas de alta resolución de forma no intrusiva, reduciendo riesgos laborales y mejorando la disponibilidad de información georreferenciada para mantenimiento preventivo.

Cargas de pago recomendadas

En el ámbito de la inspección de infraestructuras portuarias se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:

- Cámara RGB de alta resolución (4K o superior).
- GNSS RTK/PPK.
- Cámara térmica.
- LiDAR ligero en escenarios avanzados.

Aplicaciones operativas del UAS

Los UAS permiten realizar inspecciones de infraestructuras de forma segura, eficiente y altamente detallada, obteniendo información visual y geométrica de gran valor, entre las aplicaciones más relevantes destacan:

- Inspección de muelles y paramentos.
- Revisión de diques y escolleras.
- Inspección de cubiertas y torres.
- Seguimiento de obras.
- Generación de modelos 3D y ortomosaicos.



Valor añadido generado

La utilización de UAS en la inspección de infraestructuras portuarias aporta un valor añadido significativo desde el punto de vista operativo, técnico y económico, destacando:

- Reducción significativa de riesgos laborales.
- Mayor frecuencia de inspección con menores costes operativos.
- Mejora del mantenimiento preventivo y predictivo.
- Detección temprana de patologías estructurales.
- Base sólida para digitalización de activos (sistemas GIS, gemelos digitales)

Ayudas a la navegación (AtoN)

Descripción técnico-operacional

Las ayudas a la navegación (AtoN) constituyen un elemento crítico para garantizar la seguridad marítima en los accesos y zonas de maniobra portuarias. Su correcto funcionamiento, visibilidad y posicionamiento resultan esenciales para asegurar la navegación segura de los buques.

Tradicionalmente, las tareas de inspección, verificación y mantenimiento de balizamientos requieren el uso de embarcaciones, lo que implica costes operativos elevados, limitaciones logísticas y, en ocasiones, condiciones de riesgo para el personal.

En este contexto, los UAS permiten complementar o, en determinados escenarios, sustituir estas operaciones, proporcionando una solución ágil, flexible y con menor exposición al riesgo. Su utilización facilita tanto la inspección técnica de los elementos como la validación operativa de las ayudas desde la perspectiva del usuario (navegante).

Cargas de pago recomendadas

En entornos portuarios, se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:

- Cámara RGB de alta resolución con capacidad de zoom.
- Sensor de vídeo con transmisión en tiempo real.
- GNSS de precisión para georreferenciación de observaciones.
- Sensor de baja luminosidad o alta sensibilidad para operaciones nocturnas.
- Analizadores de Radiofrecuencia para verificación de radiobalizas y comunicaciones.

Aplicaciones operativas del UAS

Los UAS permiten mejorar de forma significativa las tareas de inspección, verificación y validación de ayudas a la navegación. Entre las aplicaciones más relevantes se incluyen:

- Verificación de las demoras en luces de sectores, luces direccionales de precisión y sectores de

oscuridad, mediante vuelos controlados que permiten identificar con precisión los puntos de cambio de color o visibilidad.

- Comprobación del estado y funcionamiento de las luces en balizas, faros y boyas, incluyendo elementos de difícil acceso sin necesidad de embarcación.
- Inspección visual de estructuras de señalización marítima (balizas, torres, soportes), identificando posibles daños o degradaciones.
- Evaluación de la eficacia del diseño del balizamiento desde la perspectiva del navegante, mediante vuelos que simulan rutas de entrada a puerto a distintas alturas y condiciones.
- Análisis de la visibilidad y conspicuidad de las ayudas en condiciones reales, incluyendo efectos de fondo, interferencias visuales o contaminación lumínica.
- Generación de evidencia gráfica para inspección, mantenimiento y verificación de cumplimiento normativo.
- Análisis de cobertura de comunicaciones.

Valor añadido generado

La utilización de UAS en el ámbito de las ayudas a la navegación aporta ventajas operativas relevantes:

- Reducción de la necesidad de embarcaciones para inspecciones y verificaciones.
- Disminución de riesgos para el personal en tareas de difícil acceso.
- Mayor precisión en la verificación de sectores de luz y visibilidad.
- Obtención de evidencia gráfica objetiva para auditorías y mantenimiento.
- Mejora en la evaluación del balizamiento desde la perspectiva real del usuario.
- Incremento de la eficiencia en campañas de inspección periódica.

No obstante, su aplicación deberá evaluarse en función de factores como el alcance operativo, las condiciones meteorológicas y la relación coste-beneficio en comparación con medios tradicionales.

Mediciones topográficas y de superficie

Descripción técnico-operacional

La gestión del dominio público portuario requiere mediciones precisas para control concesional, planificación y seguimiento de obras. En recintos extensos, la topografía tradicional puede resultar lenta e intrusiva.

Los UAS, combinando sensores fotogramétricos y GNSS de precisión, permiten generar modelos digitales con elevada resolución en plazos reducidos, mejorando la actualización cartográfica y la planificación técnica.

Cargas de pago recomendadas

En entornos portuarios se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:

- Cámara fotogramétrica de alta calidad.
- GNSS RTK/PPK.
- Sensor LiDAR en entornos complejos.

Aplicaciones operativas del UAS

Los UAS permiten registrar de forma rápida, segura y sistemática grandes extensiones del dominio público portuario, generando productos cartográficos y modelos tridimensionales de alto valor para la gestión técnica, operativa y administrativa. Entre las aplicaciones más relevantes se incluyen:

- Modelos digitales del terreno y superficie.
- Medición de superficies concesionales.
- Cálculo volumétrico de graneles.
- Recuento de vehículos y contenedores.
- Seguimiento de obras.
- Base para gemelos digitales.

Valor añadido generado

El uso de UAS en topografía y medición de superficies aporta beneficios operativos, técnicos y estratégicos claros para la Autoridad Portuaria, entre los que destacan:



- Reducción drástica de tiempos de trabajo en campo.
- Precisión centimétrica en mediciones.
- Mejora del control patrimonial.
- Impulso directo a la digitalización territorial.

Gestión de emergencias

Descripción técnico-operacional

En emergencias portuarias como pueden ser incendios, vertidos o accidentes industriales, es esencial disponer de información inmediata para dimensionar el escenario y coordinar recursos. La evaluación terrestre puede retrasar la toma de decisiones y aumentar la exposición del personal a situaciones de riesgo.

En este contexto, los UAS proporcionan capacidad de observación aérea inmediata, mejorando el conocimiento situacional desde las fases iniciales de la emergencia y facilitando la coordinación entre el centro de control de emergencias y los equipos desplegados en campo.

Asimismo, resulta especialmente relevante que la información captada por los UAS, en particular el vídeo en tiempo real, pueda integrarse en los centros de control de emergencias del puerto. Esta integración permite que la información esté disponible de forma simultánea para los distintos organismos implicados, facilitando la toma de decisiones.

Cargas de pago recomendadas

- En entornos portuarios se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:
- Sensor térmico (LWIR/MWIR).
 - Cámara RGB con transmisión en tiempo real.
 - Iluminación LED embarcada.
 - Megafonía.
 - GNSS de precisión.



Aplicaciones operativas del UAS

Los UAS permiten apoyar de forma efectiva todas las fases de una emergencia portuaria, desde la evaluación inicial hasta el análisis posterior del incidente. Entre las aplicaciones operativas más relevantes se incluyen:

- Reconocimiento inicial del escenario.
- Identificación de focos de calor.
- Supervisión en tiempo real de la evolución del incidente.
- Evaluación/delimitación de vertidos.
- Apoyo a la toma de decisiones desde los centros de control mediante transmisión de imagen en directo.
- Documentación post-emergencia para auditorías e informes técnicos.

Valor añadido generado

La integración de UAS en la gestión de emergencias aporta un valor añadido de alto impacto operativo para la Autoridad Portuaria, destacando:

- Reducción del tiempo de evaluación inicial.
- Mayor seguridad para el personal interviniente.
- Mejora sustancial del conocimiento situacional.
- Refuerzo de la capacidad de coordinación entre centros de control y equipos de intervención.
- Posibilidad de compartir información en tiempo real con administraciones y organismos implicados (Capitanía Marítima, servicios de emergencia, concesionarios, entre otros). Coordinación más eficaz entre unidades terrestres, marítimas y aéreas.

Control de la lámina de agua

Descripción técnico-operacional

El control de la lámina de agua es fundamental para la seguridad de la navegación interior y la detección temprana de incidentes ambientales. En puertos extensos, la supervisión exclusivamente marítima puede resultar limitada en frecuencia y eficiencia.

Los UAS permiten realizar inspecciones rápidas y georreferenciadas de la superficie marítima, complementando los medios existentes sin interferir en la operativa.

Cargas de pago recomendadas

- En entornos portuarios se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:
- Cámara óptica con zoom estabilizado.
 - GNSS de precisión.

Aplicaciones operativas del UAS

Los UAS permiten supervisar de forma rápida, precisa y sistemática la superficie marítima del recinto portuario, entre las aplicaciones operativas más relevantes se incluyen:

- Verificación de boyas y balizas.
- Detección de vertidos.
- Control de turbidez.
- Supervisión de fondeos.

Valor añadido generado

La integración de UAS en el control de la lámina de agua aporta mejoras operativas, ambientales y de seguridad claramente identificables, entre las que destacan:

- Mayor frecuencia de supervisión con menor coste.
- Detección temprana de incidentes ambientales.
- Mejora en control de señalización marítima.

Monitorización y gestión ambiental

Descripción técnico-operacional

La gestión ambiental portuaria exige controles recurrentes sobre emisiones, calidad del agua y afecciones a ecosistemas sensibles. Los métodos tradicionales pueden implicar despliegues intensivos de medios humanos y una frecuencia limitada de medición.

Los UAS permiten reforzar estos controles mediante captación de datos georreferenciados y repetibles, mejorando la detección temprana de incidentes y el cumplimiento normativo.

Cargas de pago recomendadas

- En entornos portuarios se consideran especialmente adecuadas las siguientes cargas de pago:
- Sensores “sniffer” para emisiones atmosféricas.
 - Cámara multispectral.
 - Cámara RGB de alta resolución.

Aplicaciones operativas del UAS

Los UAS permiten realizar un seguimiento ambiental más frecuente, preciso y sistemático, aportando una visión integral del estado del entorno portuario. Entre las aplicaciones operativas más relevantes se incluyen:

- Monitorización de emisiones de buques.
- Seguimiento de vertidos en la lámina de agua
- Control de turbidez.
- Supervisión de ecosistemas sensibles, zonas litorales o áreas protegidas

Valor añadido generado

La integración de UAS en la monitorización y gestión ambiental aporta beneficios técnicos y estratégicos de alto valor para la Autoridad Portuaria, entre los que destacan:

- Mejora de la calidad del dato ambiental.
- Detección temprana de incumplimientos.
- Refuerzo del cumplimiento normativo y sostenibilidad.

9.3 Casos de uso en puertos internacionales

Los principales puertos europeos están incorporando sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) como parte de su transición hacia modelos de gestión más digitales, eficientes y sostenibles, en línea con el concepto de Smart Port. Puertos como Rotterdam, Amberes-Brujas y Hamburgo han demostrado que los UAS no son una tecnología experimental, sino una herramienta operativa integrada en tareas reales de vigilancia, inspección, emergencias, seguridad y gestión ambiental.

Estos puertos han desarrollado programas específicos de innovación y han participado activamente en proyectos europeos vinculados a SESAR, U-space y operaciones BVLOS. Su experiencia confirma que la implantación progresiva de UAS genera beneficios tangibles en eficiencia operativa, reducción de riesgos y mejora de la calidad del dato para la toma de decisiones.



Puerto de Rotterdam

El Puerto de Rotterdam presenta uno de los mayores niveles de madurez en la integración operativa de UAS. A través de la iniciativa “Drone Port of Rotterdam”, el puerto ha adoptado un enfoque progresivo basado en:

- Automatización de operaciones.
- Supervisión digital centralizada mediante plataformas UTM.
- Validación de capacidades orientadas al futuro marco U-space.

Rotterdam participa activamente en proyectos del programa SESAR centrados en la gestión digital del espacio aéreo de baja altitud en entornos complejos. En estos proyectos se ensayan funcionalidades como:

- Autorización digital de vuelos.
- Aplicación de geofencing dinámico.
- Monitorización continua de operaciones UAS.

Estas actividades se desarrollan en fase de demostración y validación, no como servicios U-space plenamente operativos.

A nivel operativo, el puerto ha desplegado una red de estaciones automáticas (drone-in-a-box) que permiten el despegue, aterrizaje, recarga y almacenamiento autónomo de UAS, bajo supervisión remota desde plataformas digitales conectadas con los centros de gestión portuaria.

Principales aplicaciones en Rotterdam

- Inspección técnica de infraestructuras (puentes, muelles, grúas, superestructuras), utilizando sensores RGB de alta resolución y cámaras térmicas.
- Supervisión ambiental y control de la lámina de agua, con detección temprana de vertidos y residuos flotantes.

- Apoyo a la gestión de emergencias desde el Harbour Coordination Centre, proporcionando imagen aérea en tiempo real.
- Ensayos de logística ligera ship-to-shore, para transporte de documentación o pequeños componentes.

El valor añadido radica en la automatización de misiones recurrentes, la reducción de desplazamientos de personal y la integración directa de datos en los sistemas digitales del puerto.

Puerto de Amberes-Brujas

El Puerto de Amberes-Brujas es uno de los referentes europeos en operaciones BVLOS y en despliegue de redes automatizadas de drones. Su estrategia se basa en tres pilares:

- Red de estaciones automáticas D-Hive.
- Plataforma digital de gestión centralizada (DronePortal – DPoA).
- Participación activa en proyectos SESAR (SAFIR y SAFIR-Med).

El DronePortal actúa como centro digital de planificación, autorización y monitorización de vuelos dentro de la zona geográfica UAS del puerto. Permite supervisión en tiempo real, coordinación con el Harbour Master e integración en los flujos operativos portuarios.

La red D-Hive posibilita operaciones automatizadas de alta frecuencia sin intervención humana directa en el terreno, funcionando como un sistema de sensores distribuidos del puerto.



Principales aplicaciones en Amberes-Brujas

- Detección temprana de contaminación en la lámina de agua, con misiones automatizadas hasta 12 veces al día.
- Supervisión de atraques y tráfico portuario para apoyo en la asignación de muelles.
- Inspección técnica de estructuras con integración en sistemas de gestión de activos.
- Apoyo a seguridad portuaria y fuerzas policiales mediante vídeo en tiempo real durante incidentes.

El valor añadido principal es la monitorización continua, la elevada frecuencia de vuelo y la integración estructurada de los UAS dentro de un ecosistema digital centralizado.



Puerto de Hamburgo

El Puerto de Hamburgo ha adoptado un enfoque práctico y orientado a la mejora de la seguridad y eficiencia en mantenimiento e ingeniería. La Hamburg Port Authority (HPA) utiliza UAS de forma regular para inspección técnica y digitalización de infraestructuras.

Hamburgo participa en iniciativas europeas vinculadas a SESAR y movilidad aérea avanzada (como CITYAM y AMU-LED), donde se analizan escenarios BVLOS e integración en entornos urbanos y portuarios complejos, siempre en fase de demostración.

Principales aplicaciones en Hamburgo

- Inspección visual y fotogramétrica de puentes, muelles e instalaciones industriales.

- Generación de ortofotos, modelos 3D y nubes de puntos integrados en sistemas BIM.
- Inspección de zonas de difícil acceso (taludes, escolleras, cubiertas industriales).
- Seguimiento de obras y proyectos de construcción.
- Vigilancia puntual de tráfico y zonas operativas.

En proyectos piloto se han empleado sensores LiDAR para generación de modelos tridimensionales de alta precisión.

El valor añadido en Hamburgo se centra en la reducción de riesgos laborales, la mejora de la planificación de mantenimiento y la integración de datos técnicos en herramientas digitales de ingeniería.

9.4 Lecciones aprendidas y factores de éxito

La experiencia acumulada por las Autoridades Portuarias que han iniciado o consolidado el uso de sistemas de aeronaves no tripuladas permite identificar una serie de enseñanzas comunes que resultan especialmente útiles para orientar nuevos procesos de implantación. Estas lecciones no se limitan al ámbito tecnológico, sino que abarcan también aspectos organizativos, regulatorios y operativos.

En primer lugar, se constata la necesidad de establecer **una gobernanza interna clara para la gestión de las operaciones con UAS**. La coordinación entre las áreas implicadas —especialmente seguridad y protección portuaria, explotación, infraestructuras y planificación— resulta esencial para garantizar una utilización eficaz de estos sistemas. La definición de procedimientos internos de solicitud, autorización y supervisión de operaciones contribuye a evitar duplicidades y a maximizar el valor operativo de la tecnología.

Otro elemento clave es la **correcta definición y publicación de las zonas geográficas UAS asociadas al puerto**. La experiencia demuestra que facilitar a ENAIRE la información geográfica necesaria para la delimitación de estas zonas y su adecuada representación en la plataforma ENAIRE Drones permite que los operadores externos identifiquen claramente las restricciones existentes. Esta visibilidad contribuye de forma directa a prevenir operaciones no autorizadas y a reforzar la seguridad del puerto.

Asimismo, las Autoridades Portuarias que han desarrollado operaciones con UAS destacan la importancia de **disponer de procedimientos operativos bien definidos**, basados en un Concept of Operations (CONOPS) específico para el entorno portuario y respaldados por un análisis de riesgos adecuado, como la metodología SORA. Este enfoque permite estructurar la operativa, identificar las medidas de mitigación necesarias y justificar las condiciones de vuelo en función del nivel de riesgo asociado.

La **formación y capacitación del personal** constituye igualmente un factor crítico de éxito. La operación segura de UAS requiere personal debidamente cualificado, tanto en aspectos técnicos de pilotaje como en gestión de la seguridad operacional, análisis de riesgos y conocimiento del marco normativo aplicable. La formación continua resulta especialmente relevante en un ámbito tecnológico en rápida evolución.

Otro aspecto recurrente en las experiencias analizadas es el valor de la **colaboración entre el sector público y los proveedores tecnológicos especializados**. La cooperación con empresas tecnológicas, operadores UAS o centros de innovación facilita el acceso a soluciones avanzadas y permite adaptar las capacidades tecnológicas a las necesidades específicas de cada puerto.

Por último, los resultados obtenidos hasta la fecha muestran **un impacto positivo en la eficiencia operativa, la seguridad laboral y la calidad de los datos generados**. La reducción de tiempos de inspección, la obtención de información de alta resolución y la disminución de la exposición del personal a entornos de riesgo son algunos de los beneficios más destacados. Estos resultados contribuyen a justificar la inversión realizada y a consolidar el papel de los UAS como una herramienta de apoyo cada vez más relevante en la gestión portuaria.



— Evolución tecnológica y digitalización del uso de UAS en Puertos

10

10.1 Tendencias tecnológicas en el sector UAS

El despliegue de sistemas de aeronaves no tripuladas en los puertos se encuentra en una fase de evolución acelerada, impulsada por los avances en la digitalización de las operaciones marítimo-portuarias y por la necesidad de optimizar la gestión de infraestructuras estratégicas.

Este proceso no debe interpretarse únicamente como la introducción de una nueva herramienta tecnológica, sino como parte de la evolución hacia el modelo de Puerto 4.0, en el que la automatización, la conectividad avanzada y la explotación inteligente del dato, transforman progresivamente la gestión de los activos y las operaciones portuarias.

En este contexto, los UAS se consolidan como una herramienta de gran valor para mejorar la eficiencia en actividades como la inspección de infraestructuras, la vigilancia operativa, el control medioambiental o la gestión de emergencias, al tiempo que su desarrollo plantea nuevos retos organizativos, regulatorios y operativos que deben abordarse de forma progresiva.

Uno de los avances más relevantes es la incorporación de algoritmos de inteligencia artificial en el tratamiento de los datos captados por los sensores embarcados. Estos sistemas permiten analizar automáticamente imágenes o modelos tridimensionales para detectar anomalías estructurales, cambios en infraestructuras o posibles incidencias de seguridad, transformando grandes volúmenes de datos en información útil para la toma de decisiones operativas.

Paralelamente, el desarrollo de plataformas de gestión del tráfico de drones (UTM) permite planificar y coordinar operaciones de forma más eficiente, facilitando la programación de rutas predefinidas y la supervisión simultánea de múltiples aeronaves.

Un salto cualitativo adicional lo representan las operaciones más allá de la línea de vista del piloto (BVLOS), que permiten cubrir amplias extensiones del dominio público portuario sin necesidad de presencia directa del operador en el área de vuelo. Este tipo de operaciones resulta especialmente relevante para tareas de vigilancia marítima, control ambiental o inspección de infraestructuras lineales.

La viabilidad de estas misiones depende en gran medida de la disponibilidad de infraestructuras de comunicaciones robustas, donde tecnologías como las redes privadas 5G o sistemas inalámbricos de baja potencia (LPWAN) permiten transmitir vídeo, telemetría y datos de sensores en tiempo real, garantizando niveles adecuados de redundancia y fiabilidad.

En esta línea de automatización operativa, comienzan a implantarse soluciones conocidas como drone-in-a-box, basadas en estaciones automatizadas que permiten el despliegue, operación y recarga autónoma de aeronaves no tripuladas sin intervención directa del operador en campo.

Estas soluciones habilitan la ejecución de misiones programadas —como rondas de vigilancia, inspecciones periódicas de infraestructuras o monitorización ambiental— así como la activación bajo demanda ante incidentes, facilitando un modelo de operación continua o persistente.

Su integración con plataformas de gestión del tráfico UAS (UTM), sistemas de control portuario y tecnologías de comunicaciones avanzadas permite además su utilización en operaciones BVLOS supervisadas, constituyendo una evolución natural hacia entornos operativos más automatizados, eficientes y con mayor capacidad de respuesta.

Estos avances tecnológicos no solo amplían las capacidades operativas de los UAS, sino que plantean la necesidad de sistemas que permitan gestionar de forma segura, coordinada y escalable el creciente volumen de operaciones.

10.2 Integración progresiva en entornos U-space

El Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664 configura el U-space como un conjunto de servicios digitales avanzados destinados a garantizar la gestión segura, automatizada y escalable del tráfico de UAS, especialmente en entornos complejos o de alta densidad. En teoría, un puerto con elevada actividad de drones podría considerarse candidato natural a convertirse en zona U-space.

No obstante, en la práctica, el despliegue de servicios U-space implica que un proveedor certificado asuma inversiones significativas en infraestructuras tecnológicas, plataformas de gestión, ciberseguridad,



interoperabilidad con sistemas ATM y cumplimiento normativo específico. Estas inversiones solo resultan razonables cuando existe un volumen de operaciones suficiente, un ecosistema de operadores consolidado y una demanda sostenida que garantice la viabilidad económica del modelo.

En el contexto actual del sistema portuario español, donde la mayoría de las operaciones UAS siguen siendo puntuales, de carácter técnico o vinculadas a inspección, vigilancia o topografía, la creación inmediata de un entorno U-space plenamente operativo podría resultar prematura desde el punto de vista coste-beneficio.

Por ello, desde una perspectiva pragmática de gestión portuaria, parece más coherente adoptar un enfoque escalonado. En una primera fase, la implantación de una plataforma UTM (Unmanned Traffic Management) adaptada al ámbito portuario puede proporcionar un nivel adecuado de control, trazabilidad y coordinación sin exigir la complejidad regulatoria y económica asociada al modelo U-space completo.

Una plataforma UTM portuaria permitiría gestionar autorizaciones internas, monitorizar vuelos en tiempo real, integrar la información de identificación remota, definir zonas geográficas UAS específicas del puerto y coordinar operaciones simultáneas. Además, podría conectarse con los sistemas internos de seguridad y protección portuaria, centros de control y, en su caso, con el proveedor de servicios de tránsito aéreo cuando proceda.

Este enfoque proporciona ventajas claras. Permite ganar experiencia operativa, consolidar procedimientos internos, desarrollar cultura organizativa en torno a la gestión del tráfico UAS y generar datos reales sobre densidad de operaciones. En definitiva, permite aumentar el grado de madurez del puerto sin asumir de entrada una inversión estructural desproporcionada.

En este contexto evolutivo, las soluciones drone-in-a-box adquieren especial relevancia como elemento habilitador de operaciones recurrentes y automatizadas. La implantación de estaciones autónomas permite consolidar modelos de operación continua, incrementando la frecuencia y previsibilidad de los vuelos, así como la generación de datos operativos.

Estas capacidades resultan especialmente valiosas en el entorno portuario, donde la vigilancia persistente, la inspección sistemática de activos y la respuesta rápida ante incidentes constituyen necesidades operativas críticas. Asimismo, su integración con plataformas UTM facilita la supervisión remota y la coordinación de operaciones BVLOS, contribuyendo a incrementar progresivamente la complejidad y densidad del tráfico gestionado.

En paralelo, en el ecosistema portuario español comienzan a desarrollarse iniciativas orientadas a la gestión avanzada de operaciones UAS en entornos

complejos, incluyendo funcionalidades asociadas a la coordinación del espacio aéreo portuario, la integración de información operacional relevante para las operaciones aéreas y la futura incorporación progresiva de servicios vinculados al ecosistema U-space.

Estas iniciativas incorporan asimismo soluciones basadas en automatización de operaciones y procesamiento inteligente de datos, aplicadas a funciones como vigilancia y protección, control de infraestructuras, cálculo volumétrico, monitorización de mercancías, control de temperatura o supervisión automatizada de áreas operativas.

De este modo, este tipo de soluciones no solo aportan valor operativo inmediato, sino que actúan como catalizadores en el proceso de transición hacia modelos de operación más interoperables, automatizados y escalables, y hacia sistemas más avanzados de gestión del espacio aéreo, como el U-space.

Este proceso de maduración operativa no se limita al ámbito aéreo, sino que se enmarca en una tendencia más amplia hacia la integración de distintos sistemas no tripulados en el entorno portuario.



10.3 Convergencia con otros sistemas no tripulados

La evolución del modelo tecnológico portuario no se limita al ámbito aéreo. En los últimos años se observa una creciente convergencia entre sistemas aéreos y sistemas marinos no tripulados, que amplían significativamente las capacidades de inspección y monitorización del entorno portuario.

Entre estos sistemas destacan:

- ROV (Remotely Operated Vehicles) para inspecciones submarinas
- AUV (Autonomous Underwater Vehicles) para batimetría y control ambiental
- USV (Unmanned Surface Vehicles) para vigilancia o levantamientos hidrográficos

La integración de estos sistemas con los UAS permite mejorar la supervisión de infraestructuras portuarias, especialmente en elementos como diques, muelles, estructuras sumergidas o canales de navegación.

Cuando la información captada por estos sistemas se integra en plataformas digitales comunes, el puerto puede avanzar hacia modelos de mantenimiento predictivo basados en datos, utilizando comparativas temporales, modelos tridimensionales y análisis de evolución estructural para anticipar incidencias y optimizar la planificación de inversiones.

La integración de estos sistemas no tripulados genera un volumen creciente de información cuya correcta gestión se convierte en un elemento crítico para la toma de decisiones y la planificación operativa.

10.4 Gestión y gobernanza del dato

La verdadera transformación asociada al uso de sistemas no tripulados no reside únicamente en la ejecución de las operaciones, sino en la generación y explotación del dato que estas operaciones producen.

Cada misión realizada con un UAS genera grandes volúmenes de información: imágenes de alta resolución, modelos tridimensionales, mapas térmicos, ortofotografías o datos ambientales. Esta información constituye un activo estratégico para la Autoridad Portuaria, ya que permite mejorar la planificación de infraestructuras, optimizar el mantenimiento y reforzar la supervisión de las actividades desarrolladas en el recinto portuario.

Para aprovechar plenamente este potencial, resulta imprescindible establecer un modelo claro de gobernanza del dato, que contemple:

En primer lugar, debe definirse con precisión la titularidad y régimen jurídico de los datos obtenidos. Cuando el operador del dron es la propia Autoridad Portuaria, el puerto actúa como responsable del tratamiento en los términos del Reglamento (UE) 2016/679 (RGPD) y de la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Cuando la operación se externaliza a un tercero, será necesario articular contractualmente la figura del encargado del tratamiento, delimitando con claridad las instrucciones, finalidades y medidas de seguridad aplicables. Esta distinción resulta esencial, ya que muchas operaciones de inspección o vigilancia pueden implicar la captación incidental de datos personales, tanto de personas físicas como de representantes de personas jurídicas que desarrollan su actividad en el recinto portuario.

El entorno portuario es un espacio de concurrencia laboral, logística y comercial. Las imágenes captadas por un UAS pueden identificar trabajadores, matrículas



de vehículos, rótulos empresariales, movimientos de mercancías o procesos industriales. Incluso cuando la finalidad principal sea técnica, por ejemplo, la inspección de una cubierta o la evaluación estructural de un dique, la captación de datos personales puede producirse de forma accesoria. En este sentido, la utilización de UAS puede dar lugar a distintos escenarios desde la perspectiva de la protección de datos, que van desde operaciones en las que no existe tratamiento de datos personales hasta otras en las que dicho tratamiento puede producirse de forma accesoria o constituir la propia finalidad de la operación, como ocurre en determinados supuestos de videovigilancia o supervisión de seguridad. Esta diferenciación resulta relevante para determinar las obligaciones aplicables en materia de protección de datos, evaluación de impacto relativa a la protección de datos (EIPD) y medidas de minimización. En consecuencia, la Autoridad Portuaria debe aplicar los principios de licitud, minimización, limitación de la finalidad y proporcionalidad, evaluando previamente si la operación requiere la realización de una EIPD.

Este reto no debe abordarse únicamente desde una óptica de cumplimiento normativo, sino también desde una perspectiva organizativa. La gestión del dato generado por drones exige establecer procedimientos internos claros sobre almacenamiento, clasificación, acceso, conservación y eliminación de la información. Los datos brutos obtenidos en campo deben integrarse en infraestructuras digitales seguras, con sistemas

de control de accesos, registro de trazabilidad y medidas de ciberseguridad adecuadas al nivel de sensibilidad de la información. En aquellos supuestos en los que las imágenes captadas mediante UAS se integren en circuitos de seguridad, sistemas de videovigilancia o centros de control, su tratamiento y conservación deberán ajustarse igualmente a la normativa aplicable en materia de protección de datos personales y seguridad de la información, teniendo en cuenta la finalidad específica de la operación, los plazos de conservación y las condiciones de acceso a dichas imágenes.

Desde el punto de vista operativo, el reto no consiste únicamente en almacenar datos, sino en convertirlos en conocimiento útil. La integración de información procedente de vuelos sucesivos permite generar comparativas temporales, detectar variaciones estructurales o identificar patrones anómalos. Para ello, es necesario asegurar la interoperabilidad entre plataformas UTM, sistemas de información geográfica (SIG), herramientas BIM portuarias y bases de datos corporativas. La integración de esta información en plataformas digitales de gestión de activos y modelos de gemelo digital permite, además, reforzar capacidades de mantenimiento predictivo, optimizar la planificación de intervenciones y mejorar el seguimiento del estado de las infraestructuras portuarias. La explotación avanzada del dato requiere coherencia en los formatos, metadatos normalizados y procedimientos homogéneos de captura.



Asimismo, la Autoridad Portuaria debe definir políticas de conservación que equilibren la utilidad técnica de la información con las exigencias legales. No todos los datos deben conservarse indefinidamente. Las imágenes con posible contenido personal deben tener plazos de retención justificados y documentados. En el caso de operaciones de vigilancia, deberán respetarse los límites temporales y las condiciones establecidas por la normativa específica aplicable.

Otro aspecto relevante es la reutilización y compartición de datos. Determinadas informaciones pueden resultar de interés para Capitanía Marítima, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, organismos ambientales o concesionarios. Esta compartición debe realizarse bajo marcos jurídicos claros, garantizando la confidencialidad cuando proceda y documentando las cesiones realizadas. La transparencia institucional debe compatibilizarse con la protección de intereses estratégicos y con el respeto a los derechos fundamentales.

En este contexto, la madurez de un puerto en materia UAS no se mide únicamente por su capacidad para autorizar vuelos complejos o integrar plataformas UTM, sino también por su capacidad para administrar el ciclo de vida completo del dato generado. Un puerto tecnológicamente avanzado, pero sin políticas claras de gobernanza del dato puede exponerse a riesgos jurídicos, reputacionales y de seguridad.

Por ello, la evolución futura de las operaciones con drones debe incorporar de forma estructural la dimensión del dato. La planificación estratégica debería contemplar la creación de protocolos específicos para operaciones UAS, la implicación del Delegado de Protección de Datos en el diseño de nuevas misiones, la formación del personal en materia de tratamiento de información sensible y la integración de los datos captados en la arquitectura digital corporativa. Asimismo, la disponibilidad de información geoespacial actualizada del entorno portuario, incluyendo modelos digitales del terreno y de obstáculos, puede contribuir a mejorar la planificación segura de vuelos, optimizar rutas y reducir riesgos operacionales en escenarios de operación recurrente o automatizada.

En definitiva, el reto de la explotación y administración del dato es un reto de gobernanza. La Autoridad Portuaria que aspire a operar drones de forma sistemática debe asumir que cada vuelo no solo genera imágenes o mediciones, sino también responsabilidades. Convertir esos datos en inteligencia operativa, garantizando simultáneamente el cumplimiento normativo y la seguridad de la información, constituye uno de los pilares fundamentales para consolidar un modelo portuario inteligente, seguro y jurídicamente sólido.

Este enfoque requiere, además, herramientas que permitan integrar de forma coherente la gestión operativa, documental y de la información generada, aspecto que se aborda en el apartado siguiente.

10.5 Digitalización de la gestión operativa de UAS

La evolución descrita en los apartados anteriores pone de manifiesto que la incorporación de los UAS en el entorno portuario no puede abordarse únicamente desde una perspectiva tecnológica o normativa, sino que requiere avanzar hacia modelos de gestión digital integrada que permitan coordinar de forma eficiente el conjunto de elementos implicados en la operación.

En este contexto, cobra especial relevancia la implantación progresiva de plataformas digitales capaces de integrar, en un entorno único, las distintas dimensiones de la gestión operativa de los UAS. Estas soluciones no deben entenderse exclusivamente como herramientas de gestión del tráfico (UTM), sino como sistemas que permiten articular de forma coherente los procesos administrativos, operativos y de tratamiento de la información asociados al uso de drones en el puerto.

En particular, estas plataformas permiten dar soporte a los procedimientos de autorización de operaciones descritos en el Capítulo 7, facilitando la gestión de solicitudes, la validación de la documentación requerida y el seguimiento de las operaciones autorizadas. Asimismo, posibilitan avanzar hacia modelos de tramitación más eficientes, basados en la centralización de la información, la automatización de determinadas verificaciones y la mejora de la trazabilidad de las operaciones.

Desde un punto de vista funcional, estas plataformas permiten dar soporte a necesidades ya identificadas a lo largo de la guía, tales como:

- la gestión integral de solicitudes y autorizaciones de vuelo, tanto internas como de terceros,
- el control, validación y archivo de la documentación operativa (Manual de Operaciones, evaluaciones SORA/PDRA, declaraciones STS),
- el registro, seguimiento y trazabilidad de las operaciones realizadas, incluyendo la gestión de historias operativas, pilotos y mantenimiento asociado,

- la coordinación con organismos competentes en materia de espacio aéreo, seguridad y protección,
- la integración con plataformas UTM para la supervisión del tráfico en tiempo real,
- y la gestión estructurada del dato generado, en coherencia con los principios de gobernanza descritos en el apartado 10.4.

La adopción de este tipo de soluciones permite avanzar hacia modelos de operación más eficientes, reduciendo la carga administrativa, mejorando la capacidad de control y facilitando la coordinación entre los distintos actores implicados en el ecosistema portuario.

La implantación de estas plataformas debe entenderse como un proceso progresivo, alineado con el grado de madurez operativa de cada Autoridad Portuaria. En este contexto, resulta esencial priorizar soluciones que permitan una integración coherente con los sistemas existentes, evitando la fragmentación de herramientas y garantizando la interoperabilidad, la seguridad de la información y el cumplimiento del marco normativo aplicable.

Este enfoque facilita la consolidación de un modelo de gestión unificado, capaz de dar respuesta tanto a las necesidades actuales como a la evolución futura del uso de UAS en el entorno portuario.



10.6 Ciberseguridad y soberanía tecnológica

El creciente grado de digitalización de las operaciones UAS en el entorno portuario, así como la progresiva implantación de plataformas de gestión, sistemas automatizados y servicios asociados al ecosistema U-space, introduce nuevos retos en materia de ciberseguridad y soberanía tecnológica.

A diferencia de otras aplicaciones tecnológicas, los sistemas asociados al uso de UAS gestionan información sensible que puede incluir imágenes de infraestructuras críticas, datos operativos, telemetrías, identificadores remotos o registros detallados de actividad. La protección de esta información y la garantía de su integridad, disponibilidad y control adquieren, por tanto, una relevancia estratégica.

En este contexto, resulta recomendable que las Autoridades Portuarias incorporen criterios específicos en la selección y utilización de soluciones tecnológicas, orientados a reforzar la seguridad de la información y a garantizar un adecuado control sobre los sistemas utilizados.

A estos efectos, podrá valorarse que las plataformas y servicios empleados:

- se alineen con los principios del Esquema Nacional de Seguridad (ENS), en el nivel que resulte adecuado en función del riesgo,
- incorporen medidas robustas de protección de la información, incluyendo cifrado y control de accesos,
- garanticen la trazabilidad de las operaciones y el registro seguro de la actividad,
- aseguren el tratamiento de los datos en entornos que permitan un adecuado control jurisdiccional, preferentemente en el ámbito europeo,
- y minimicen dependencias tecnológicas críticas que puedan afectar a la continuidad del servicio o a la seguridad de la información.

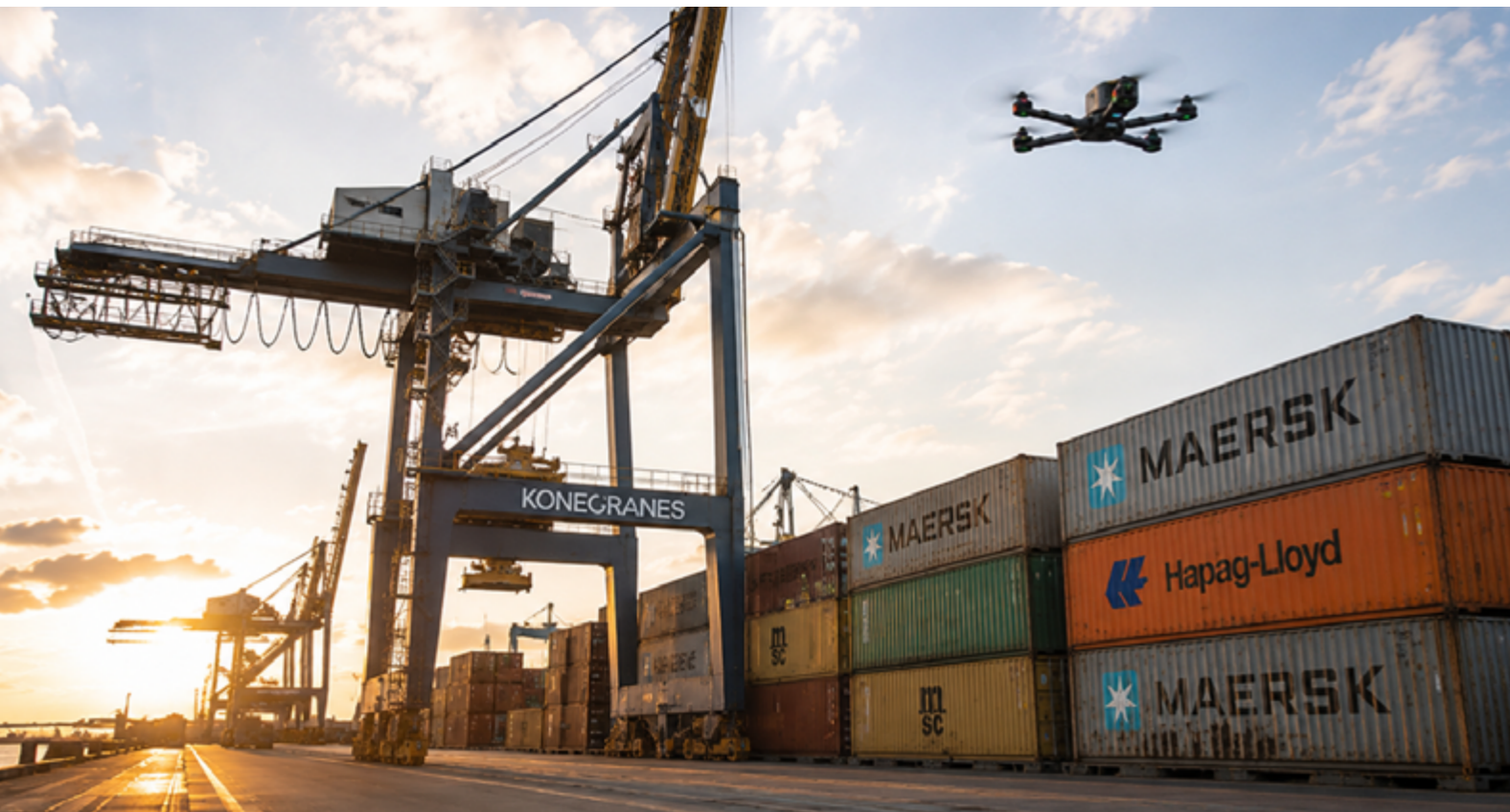
Estos aspectos resultan especialmente relevantes en el caso de sistemas que soportan funciones críticas para la operativa portuaria o que intervienen en la gestión de infraestructuras estratégicas, donde la ciberseguridad debe considerarse un elemento estructural del modelo de gestión.



Retos y perspectivas de evolución



11



11.1 Integración operativa

La incorporación progresiva de los UAS en el ámbito portuario requiere avanzar hacia su integración operativa dentro de los procesos habituales de gestión y explotación del puerto.

Para ello, resulta necesario definir procedimientos claros que permitan coordinar las operaciones UAS con el resto de actividades portuarias, especialmente en entornos caracterizados por una elevada densidad de operaciones marítimas, terrestres y logísticas. Esta integración debe contemplar aspectos como la planificación de vuelos, la coordinación con las autoridades competentes y la adecuada interacción con los distintos operadores presentes en el recinto portuario.

En este contexto, la progresiva normalización del uso de UAS exigirá incorporar estas capacidades dentro de los sistemas de gestión y coordinación existentes en los puertos.

11.2 Marco regulatorio y coordinación institucional

El desarrollo de operaciones con UAS en el ámbito portuario se produce en un entorno normativo en constante evolución, en el que confluyen diferentes regulaciones sectoriales. Esta circunstancia hace especialmente relevante el establecimiento de mecanismos de coordinación institucional que permitan articular de forma coherente las distintas competencias implicadas.

En este sentido, resulta fundamental reforzar los mecanismos de colaboración y coordinación entre los distintos actores implicados en el ámbito portuario, tanto públicos como privados, con el fin de garantizar que el desarrollo de estas capacidades se realice de manera ordenada, segura y plenamente alineada con el marco normativo vigente. Esta cooperación debe integrar no solo a las autoridades y organismos competentes, sino también a los prestadores de servicios especializados y a las entidades privadas que operan

11.3 Perspectivas de evolución

en el entorno portuario —incluidas aquellas que, en régimen de concesión, incorporan el uso de UAS en el desarrollo de sus actividades—, favoreciendo así un enfoque coordinado que optimice las capacidades operativas y la gestión segura de estas tecnologías.

Asimismo, las Autoridades Portuarias podrán apoyarse en entidades públicas, medios propios personificados o empresas especializadas para el desarrollo, implantación y gestión de capacidades UAS, especialmente en ámbitos como el asesoramiento técnico, la formación, la elaboración de documentación operacional, la evaluación del riesgo o la implantación de plataformas y sistemas de gestión asociados a estas operaciones.

Resulta igualmente conveniente avanzar progresivamente hacia una mayor homogeneización de criterios entre Autoridades Portuarias, especialmente en lo relativo a los requisitos documentales y a los criterios básicos de autorización de operaciones UAS. Esta convergencia permitiría facilitar la interacción de los operadores con el sistema portuario en su conjunto, reduciendo la incertidumbre asociada a la existencia de criterios heterogéneos y contribuyendo a una aplicación más coherente y predecible del marco normativo.

Sin perjuicio de las particularidades operativas de cada puerto, la definición de criterios comunes en aspectos clave —como la documentación exigible, los procedimientos de tramitación o los principios de evaluación— favorecería un modelo más eficiente, alineado y coordinado en el conjunto del sistema portuario.

El desarrollo de los sistemas de aeronaves no tripuladas apunta hacia una progresiva consolidación de estas tecnologías como herramientas habituales de apoyo a la gestión portuaria. La evolución de las capacidades tecnológicas, junto con el avance de los marcos regulatorios y operativos, permitirá ampliar de forma significativa el abanico de aplicaciones posibles en el entorno portuario.

En los próximos años, es previsible que los UAS evolucionen desde un uso principalmente puntual o experimental hacia modelos de operación más estructurados, integrados en los sistemas de gestión del puerto y orientados a proporcionar servicios recurrentes de inspección, supervisión y monitorización.

En este escenario, la interoperabilidad con otros sistemas tecnológicos presentes en el puerto y la capacidad de integración con plataformas de gestión de la información adquirirán una importancia creciente. La explotación inteligente de los datos generados por estas operaciones permitirá mejorar el conocimiento del estado de las infraestructuras, optimizar los procesos de supervisión y reforzar la capacidad de respuesta ante incidencias o situaciones de emergencia.

De este modo, los UAS se configuran como un elemento que contribuirá de manera progresiva a la modernización del sistema portuario, reforzando su eficiencia operativa, su capacidad de supervisión y su adaptación a los modelos de gestión avanzados asociados al desarrollo del Puerto 4.0.



Anexos

12

Anexo I: Glosario de términos

Términos generales

UAS (Unmanned Aircraft System): sistema completo que incluye la aeronave no tripulada, la estación de control, los enlaces de comunicación y el resto de elementos necesarios para la operación segura.

UAV (Unmanned Aerial Vehicle): aeronave no tripulada en sí misma, sin piloto a bordo.

RPA (Remotely Piloted Aircraft): aeronave pilotada remotamente desde una estación de control en tierra.

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System): sistema completo que incluye la aeronave pilotada remotamente y todos los elementos necesarios para su operación.

Conceptos operativos y técnicos

VLOS (Visual Line of Sight): operación realizada dentro del alcance visual directo del piloto remoto.

BVLOS (Beyond Visual Line of Sight): operación realizada más allá del alcance visual directo del piloto remoto.

CONOPS (Concept of Operations): documento que describe el concepto de operación previsto, incluyendo objetivos, entorno, procedimientos y limitaciones operativas.

EIPD (Evaluación de Impacto relativa a la Protección de Datos): procedimiento destinado a identificar, analizar y mitigar los riesgos derivados de tratamientos de datos personales que puedan implicar un alto riesgo para los derechos y libertades de las personas físicas, conforme al Reglamento (UE) 2016/679 (RGPD).

Geofencing: sistema que permite limitar automáticamente el acceso o la operación de UAS en determinadas zonas geográficas.

Remote ID / Identificación remota: sistema que permite transmitir información de identificación y posición del UAS durante la operación.

UTM (Unmanned Traffic Management): sistema de gestión del tráfico de aeronaves no tripuladas orientado a coordinar operaciones UAS de forma segura y eficiente.

U-space: conjunto de servicios digitales y procedimientos destinados a permitir la gestión segura, automatizada y escalable de operaciones UAS.

Evaluación de riesgos y categorías operacionales

SORA (Specific Operations Risk Assessment): metodología de evaluación de riesgos aplicable a operaciones UAS en categoría específica.

PDRA (Predefined Risk Assessment): evaluación de riesgos predefinida aplicable a escenarios operacionales estandarizados.

SAIL (Specific Assurance and Integrity Levels): niveles de aseguramiento e integridad asociados a operaciones en categoría específica.

STS (Standard Scenario): escenario estándar definido por la normativa europea para determinadas operaciones UAS en categoría específica.

Protección portuaria y planificación

EPP (Evaluación de Protección del Puerto): documento de análisis de riesgos y vulnerabilidades que identifica amenazas, vulnerabilidades y medidas necesarias para la protección del puerto conforme a la normativa de protección marítima.

PPP (Plan de Protección del Puerto): documento que establece las medidas y procedimientos de protección aplicables al puerto conforme a la normativa de protección marítima.

DEUP (Delimitación de Espacios y Usos Portuarios): instrumento que define la zona de servicio del puerto y la ordenación básica de sus usos.

Instituciones y organismos

AESA: Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

CIDETRA: Comisión Interministerial entre Defensa y Transportes y Movilidad Sostenible.

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

EASA (European Union Aviation Safety Agency): Agencia Europea de Seguridad Aérea.

AEPD (Agencia Española de Protección de Datos): autoridad administrativa independiente responsable de velar por el cumplimiento de la normativa de protección de datos personales en España.



Anexo II: Referencias normativas y documentación técnica

Normativa principal

Documento	Referencia
Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947	Normas y procedimientos aplicables a la utilización de aeronaves no tripuladas.
Reglamento Delegado (UE) 2019/945	Requisitos aplicables a los sistemas de aeronaves no tripuladas y a sus fabricantes.
Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664	Marco regulador para el U-space.
Reglamento de Ejecución (UE) 2021/665	Requisitos aplicables a proveedores de servicios de tránsito aéreo en relación con el U-space.
Reglamento de Ejecución (UE) 2021/666	Requisitos aplicables a la aviación tripulada en espacio aéreo U-space.
Reglamento (UE) 2024/2803 (SES2+)	Marco regulador del Cielo Único Europeo.
Real Decreto 517/2024	Régimen jurídico para la utilización civil de UAS en España.
Resolución de AESA de 10 noviembre de 2024 sobre escenarios estándar nacionales No EASA (STS-ES-NE)	Desarrolla las condiciones y características aplicables a los escenarios estándar nacionales para operaciones No EASA previstas en el RD 517/2024.

1. 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.

[Reglamento de ejecución - 2019/947 - EN - EUR-Lex](#)

2. 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.

[Reglamento delegado - 2019/945 - EN - EUR-Lex](#)

3. Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664 de la Comisión de 22 de abril de 2021 sobre un marco regulador para el U-space.

[EUR-Lex - 32021R0664R\(01\) - EN - EUR-Lex](#)

4. 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 tránsito aéreo.

[Reglamento de ejecución - 2021/665 - EN - EUR-Lex](#)

5. 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 respecta a los requisitos para la aviación tripulada que opera en el espacio aéreo U-space.

[Reglamento de ejecución - 2021/666 - EN - EUR-Lex](#)

6. Reglamento (UE) 2024/2803 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2024 relativo a la realización del Cielo Único Europeo (versión refundida).

[Reglamento - UE - 2024/2803 - EN - EUR-Lex](#)

7. Real Decreto 517/2024, de 4 de junio, por el que se desarrolla el régimen jurídico para la utilización civil e sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)

[BOE-A-2024-11377 Real Decreto 517/2024.](#)

8. Resolución de 10 de noviembre de 2024, de la Dirección de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, con código GR-D-031, por la que se aprueban escenarios estándar nacionales (STS-ES-NE) para operaciones de UAS en la categoría «Específica» en actividades o servicios No EASA de conformidad con el 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).

[BOE-A-2024-25841 Resolución STS-ES-NE](#)



Enlaces útiles

Acceso a recursos digitales, organismos reguladores y documentación técnica.

- AESA – Información UAS
[Drones | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - MTMS](#)
- ENAIRE – Información UAS
[Drones](#)
- ENAIRE – DRONES
[ENAIRE Drones](#)
- ENAIRE- PLANEA: aplicación para planificar y gestionar con ENAIRE trabajos aéreos, vuelos experimentales y actividades especiales en el espacio aéreo.
[ENAIRE Planea](#)
- Portal para la Coordinación del U-space en España (MTMS-DGAC)
[Portal para la Coordinación del U-space en España | Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible](#)
- Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-space
[Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-space 2022-2025 v2](#)
- Procedimientos de CIDETRA (Comisión Interministerial entre Defensa y Transportes y Movilidad Sostenible)
[Información de procedimientos | Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible](#)
- Material interpretativo y guías de EASA (AMC/GM) sobre UAS.
[Drones & Air Mobility - Related Easy Access Rules | EASA](#)

[Acceptable Means of Compliance \(AMC\) and Guidance Material \(GM\) | EASA](#)

- Circulares y procedimientos de AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) sobre UAS.
[Operaciones con UAS/drones | AESA-Agencia Estatal de Seguridad Aérea - MTMS](#)
- Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). Drones y Protección de Datos.
[Guía Drones y Protección de Datos \(AEPD\)](#)
- Agencia Española de Protección de Datos (AEPD). Guía práctica para las evaluaciones de impacto en la protección de los datos sujetas al RGPD (EIPD).
[Guía AEPD – Evaluación de Impacto \(EIPD\)](#)
- Visor Corporativo de Puertos del Estado: Herramienta geográfica interactiva que permite visualizar información relevante del sistema portuario estatal, incluyendo puertos de interés general, zonas de servicio, faros, información técnica y acceso a documentación pública de las Autoridades Portuarias. Puede resultar de utilidad como referencia preliminar para el análisis del entorno portuario y sus condicionantes operativos.
[Visor Corporativo de Puertos del Estado](#)

Guía para el uso y aplicación de
sistemas de aeronaves no tripuladas
(UAS) en el ámbito portuario



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

Puertos del Estado

