



OTROS
DOCUMENTOS

2025



Informe sobre drones para uso militar en Alemania

Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Berlín

Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no podrá ser invocado en apoyo de ninguna reclamación o recurso.

ICEX España Exportación e Inversiones no asume la responsabilidad de la información, opinión o acción basada en dicho contenido, con independencia de que haya realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud de la información que contienen sus páginas.

icex



OTROS
DOCUMENTOS

28 de octubre de 2025
Berlín

Este estudio ha sido realizado por
Jesús Gómez Pérez

Bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Berlín

<http://alemania.oficinascomerciales.es>

© ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E.

NIPO: 224250205



Índice

1. Introducción: El nuevo paradigma de la guerra y el "Despertar" alemán	4
2. El mercado alemán de drones	5
2.1. Contextualización y clasificación de sistemas aéreos no tripulados (UAS)	6
2.1.1. Clasificación DoD (Estados Unidos): Sistema de cinco grupos	7
2.1.2. Clasificación NATO: Sistema de tres clases	8
2.1.3. Clasificación EASA (Unión Europea): Categoría abierta para uso civil	9
2.2. Regulación, desafíos y seguridad pública de los Drones en Alemania	10
2.2.1. La iniciativa Droniq y la implementación del U-Space	11
2.2.2. Dependencia de hardware extranjero y preocupaciones de seguridad	12
2.2.3. La amenaza de drones no autorizados: Incidentes en aeropuertos alemanes	12
2.3. El segmento militar de drones	13
2.3.1. La Estrategia de Industria de Seguridad y Defensa	14
2.3.2. El Fondo Especial de defensa alemán (Sondervermögen)	15
2.3.3. La inversión de 10.000 Millones de Euros en drones	16
3. La Bundeswehr ante el desafío de los drones: capacidades y estrategia	18
3.1. Diagnóstico de capacidades: deficiencias y puntos críticos	18
3.2. Programas de adquisición clave	20
3.2.1. Programas en curso	21
3.2.2. Impacto industrial y prioridades tecnológicas	27
3.3. La competición estratégica: la carrera por el dron "Deep-Strike"	28
4. El nuevo ecosistema industrial de defensa alemán	30
4.1. Los gigantes tradicionales en transición	30
4.2. El auge de las start-ups de "DefenseTech"	33
5. Oportunidades para empresas españolas en el mercado alemán	36
5.1. ¿Por qué Alemania y por qué ahora?	36
5.2. Análisis de brechas de capacidad (Fähigkeitslücken)	37
5.3. Enfoque estratégico para Xponential 2026	39
6. Anexos	42
6.1. Tabla Comparativa: Alineación entre Sistemas de Clasificación de drones	42
6.2. Regulación alemana de drones: Marco comercial, militar y transposición del derecho europeo	44
6.3. Información ampliada de Start-ups de "DefenseTech"	48
6.4. Brecha 2: Sistemas C-UAS de Coste-Efectivo y Arquitecturas de Defensa Multi-Capa	57
6.5. Matching estratégico para los expositores de Xponential Europe 2026 según las brechas tecnológicas alemanas	63

1. Introducción: El nuevo paradigma de la guerra y el "Despertar" alemán

El presente informe se desarrolla en un contexto de transformación geopolítica acelerada, marcado por el "cambio de era" (Zeitenwende) alemán y la redefinición del paradigma bélico global. La Introducción El Nuevo Paradigma de la Guerra y el "Despertar" alemán El presente informe se desarrolla en un contexto de transformación geopolítica acelerada, marcado por el "cambio de era" (Zeitenwende) alemán y la redefinición del paradigma bélico global. La Introducción El Nuevo Paradigma de la Guerra y el "Despertar" alemán se centra en la profunda revisión de las políticas de defensa alemanas provocada por las lecciones operativas recientes.

El **conflicto en Ucrania** ha funcionado como un catalizador ineludible, revelando profundas deficiencias estratégicas y forzando un cambio de rumbo en las fuerzas armadas alemanas (Bundeswehr). La eficacia de drones de bajo coste y sistemas aéreos avanzados en el teatro de operaciones ha servido como una "llamada de atención" para la política y el estamento militar alemán. Este escenario ha puesto de manifiesto la obsolescencia de ciertas doctrinas militares históricas y ha subrayado **la urgencia ineludible de la modernización**. La Bundeswehr, que tuvo que depender de aliados en misiones complejas como Afganistán y Malí, no aprobó la adquisición de drones armados (Heron TP) hasta 2022, evidenciando la tardanza de su entrada en este dominio militar.

Esta transformación del conflicto armado se traduce en una amenaza directa a la seguridad nacional de Alemania y de Europa, manifestada en el **auge de la guerra híbrida**. Se ha documentado una serie de **incidentes graves de avistamientos de drones** no autorizados sobre infraestructuras críticas, incluyendo los aeropuertos de Múnich, Copenhague y Oslo, así como incursiones en bases de la Bundeswehr. Solo el Aeropuerto de Frankfurt experimentó restricciones operacionales en un total de 10 días durante 2023. En octubre de 2025, el Aeropuerto de Múnich experimentó múltiples incidentes de avistamiento de drones en varios días consecutivos, obligando a suspender operaciones y desviar vuelos. Estos incidentes, que han afectado también a la aviación en Dinamarca y Noruega, se exponen como parte de una estrategia de "guerra en la sombra" diseñada para desestabilizar a los países que apoyan activamente a Ucrania.

La facilidad con la que actores hostiles pueden perturbar la vida civil y militar con drones de bajo coste evidencia una nueva vulnerabilidad para Alemania. Esta deficiencia se agrava por la casi total **ausencia de un sistema de defensa antidrones** (Drohnenabwehr) robusto y de cobertura nacional. Los sistemas tradicionales de misiles (como el IRIS-T o Patriot) han demostrado ser económicamente inviables frente a los enjambres de drones baratos, subrayando la mayor debilidad

de la defensa alemana y europea. El Ministerio Federal de Defensa (BMVg) ha respondido a esta crisis con la creación del **Fondo Especial de Defensa (Sondervermögen) de 100.000 millones de euros**, con una **asignación orientativa de 10.000 millones de euros específicamente para sistemas de drones** en los próximos años. La pregunta central que aborda este estudio es cómo puede Alemania proteger eficazmente sus estructuras civiles y militares de un adversario que difumina constantemente las fronteras entre la paz y la guerra, un desafío que exige una respuesta integral y coordinada a nivel europeo.

Para las empresas españolas de tecnología y defensa, este momento constituye una **ventana de oportunidad sin precedentes**, ya que Alemania busca activamente socios para cerrar sus “brechas de capacidad” (Fähigkeitslücken) críticas.

El mercado militar de drones alemán, el segundo más grande de Europa, alcanzará los 3.852 millones de euros para 2030, con un crecimiento acelerado del 126 %. Las grandes empresas alemanas están buscando activamente socios tecnológicos, lo que crea una oportunidad para la colaboración. Las áreas de mayor interés para la colaboración tecnológica incluyen la munición merodeadora de bajo coste con navegación autónoma, los sistemas de defensa contra drones (C-UAS) con interferencia y neutralización física, los sistemas de mando y control (C2) resistentes a interferencias electrónicas y los programas de entrenamiento masivo. El enfoque para los proveedores españoles debe centrarse en ofrecer soluciones rápidas y probadas, posicionándose como un socio estratégico para la reconstrucción de las capacidades de defensa alemanas.

2. El mercado alemán de drones

El mercado alemán de drones es uno de los más grandes y maduros de Europa, aunque su adopción comercial avanza de manera cautelosa. El **volumen total del mercado alemán** de drones comerciales se estimó en 955 millones de euros en 2022, y alcanzando aproximadamente 3.450 millones de euros en 2024, con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 7,5 %.

El inventario de drones en Alemania asciende a más de 400.000 unidades. Aunque la mayoría (359.000) son de uso privado, este mercado está retrocediendo. La cantidad de drones de uso comercial ha crecido dramáticamente, triplicándose desde 2019 (+197 %). **En 2023, había 56.400 drones comerciales**, y se espera que esta cifra aumente en más del 40 % hasta 80.000 unidades para 2030. Mientras que actualmente solo uno de cada siete drones se utiliza comercialmente, para 2030 se pronostica que será uno de cada cinco.

En términos de valor, el mercado de servicios es el segmento dominante, representando 767 millones de euros en 2022 (100 % comercial). Las aplicaciones industriales clave se centran en la inspección de infraestructuras críticas (energía, transporte) y la topografía/cartografía (construcción, agricultura). Empresas alemanas líderes en el sector incluyen ESG, Quantum Systems, EmQopter y Horyzn.

El éxito en el mercado alemán depende fundamentalmente de la integración dentro del marco regulatorio europeo. A diferencia de países como Francia, España o Portugal, que emplean prácticas regulatorias más flexibles, Alemania históricamente se ha centrado en la **aprobación individual de vuelos** (Einzelfluggenehmigung), lo que frena el despliegue comercial masivo.

La aceptación pública de los drones, especialmente para logística y transporte de pasajeros, sigue siendo relativamente baja en Alemania. Las principales preocupaciones de los ciudadanos alemanes son el abuso para fines criminales (89 % de preocupación) y la violación de la privacidad (84 % de preocupación), reflejando una desconfianza generalizada hacia la tecnología de drones en aplicaciones civiles cotidianas.

2.1. Contextualización y clasificación de sistemas aéreos no tripulados (UAS)

No existe un estándar universal de clasificación UAS. Diferentes organizaciones militares, agencias de defensa y reguladores civiles han desarrollado esquemas propios según sus necesidades operativas y jurisdiccionales.

El sistema DoD, introducido en 2011, clasifica UAS en cinco grupos según peso máximo de despegue, altitud operacional y velocidad. Aunque es estadounidense, la Bundeswehr lo utiliza como referencia para interoperabilidad OTAN en operaciones multinacionales. El sistema NATO, establecido en septiembre de 2009 por el NATO Joint Capabilities Group, organiza UAS en tres clases principales donde el peso es el factor determinante absoluto. Este es el estándar principal para adquisiciones militares alemanas, documentado en la Allied Tactical Publication ATP-3.3.8.1. Finalmente, el sistema EASA, basado en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 aplicable desde enero de 2021, establece clasificaciones C0-C6 para drones civiles y de uso dual operados en espacio aéreo europeo.

Para empresas que buscan oportunidades en el mercado alemán de drones militares, comprender estas clasificaciones es fundamental por tres razones: primero, los requisitos de certificación y las barreras de entrada varían drásticamente entre segmentos; segundo, competidores, clientes y socios son específicos de cada categoría; y tercero, presupuestos, ciclos de adquisición y procedimientos de licitación difieren sustancialmente según la clasificación del sistema. No existe un mercado único de drones, sino múltiples submercados con dinámicas propias que deben abordarse con estrategias diferenciadas.

2.1.1. Clasificación DoD (Estados Unidos): Sistema de cinco grupos

El Departamento de Defensa estadounidense estructura su clasificación combinando parámetros de peso, altitud operacional y velocidad. La siguiente tabla detalla las características fundamentales de cada grupo, incluyendo ejemplos representativos y sus aplicaciones tácticas y estratégicas.

Grupo	Peso Máximo (lbs/kg)	Altitud Operacional Normal	Velocidad (knots/km/h)	Ejemplos Representativos	Aplicación Táctica/Estratégica
Group 1	0-20 lbs (0-9 kg)	<1.200 ft AGL (<365 m)	<100 knots (<185 km/h)	RQ-11 Raven, DJI Mavic 3, Parrot Anafi, drones FPV	Reconocimiento de escuadra/pelotón, vigilancia táctica inmediata
Group 2	21-55 lbs (10-25 kg)	<3.500 ft AGL (<1.067 m)	<250 knots (<463 km/h)	ScanEagle, RQ-20 Puma	ISR compañía/batallón, vigilancia marítima extendida
Group 3	<1.320 lbs (<600 kg)	<18.000 ft MSL (<5.486 m)	<250 knots (<463 km/h)	RQ-7B Shadow, RQ-21 Blackjack, Shield AI V-BAT	ISR brigada/división, retransmisión comunicaciones, guerra electrónica
Group 4	>1.320 lbs (>600 kg)	<18.000 ft MSL (<5.486 m)	Cualquier velocidad	MQ-1C Gray Eagle, MQ-8B Fire Scout, MQ-1A/B Predator (retirado)	ISR+ataque táctico, apoyo fuego cercano, designación láser

Group 5	>1.320 lbs (>600 kg)	>18.000 ft MSL ¹ (>5.486 m)	Cualquier velocidad	MQ-9 Reaper, RQ-4 Global Hawk, MQ-4C Triton	ISR estratégico, vigilancia amplia área, ataque precisión profundo
----------------	-------------------------	---	---------------------	---	--

2.1.2. Clasificación NATO: Sistema de tres clases

La OTAN organiza los sistemas no tripulados en tres clases principales con subdivisiones según misión y nivel de comando apoyado. El peso es el factor determinante absoluto: si existe conflicto entre peso y otros parámetros como altitud o alcance, el peso prevalece. Esta tabla integra subdivisiones, empleo normal, parámetros operacionales y comandantes típicamente apoyados por cada categoría.

Clase NATO	Peso	Subdivisión	Empleo Normal	Altitud Operacional	Radio de Misión	Comandante Apoyado	Ejemplos
CLASS I	<150 kg (<330 lbs)	Micro	Pelotón/Escuadra	<200 ft (<60 m)	5 km (LOS ²)	Líder de pelotón	Black Hornet (Teledyne FLIR)
		Mini	Compañía	<1.000 ft (<305 m)	25 km (LOS)	Comandante de compañía	DJI Matrice, Parrot Anafi
		Small	Batallón/Regimiento	<1.200 ft (<366 m)	50 km (LOS)	Comandante de batallón	RQ-11 Raven, ALADIN (Alemania)
CLASS II	150-600 kg (330-1.320 lbs)	Tactical	Brigada/División	<18.000 ft AGL (<5.486 m)	200 km (LOS)	Comandante de brigada	RQ-7 Shadow, LUNA NG (Alemania, Watchkeeper (UK)

¹ AGL (Above Ground Level) indica altitud sobre nivel del terreno; MSL (Mean Sea Level) indica altitud sobre nivel medio del mar. La regla de clasificación establece que si un UAS posee incluso una sola característica del grupo superior, se clasifica en ese grupo superior. Los grupos 1-2 son portátiles y lanzables manualmente, mientras que grupos 3-5 requieren pistas, hangares y personal técnico especializado, incrementando significativamente la complejidad logística y los costes operacionales.

² LOS (Line of Sight) indica comunicación directa entre aeronave y estación de control terrestre, limitando el alcance al horizonte visual radio-eléctrico (aproximadamente 50-200 km según altitud). BLOS (Beyond Line of Sight) permite comunicación mediante enlaces satelitales o retransmisores terrestres, habilitando alcance ilimitado. La endurance típica varía desde 2 horas para Class I hasta más de 48 horas para Class III HALE.



CLASS III	>600 kg (>1.3 20 lbs)	MALE (Medium-Altitude Long-Endurance)	Operacional/Teatro	hasta 45.000 ft MSL (13.716 m)	Ilimitado (BLOS)	Comandante de JTF/Cuerpo	Heron (IAI), MQ-9 Reaper
		HALE (High-Altitude Long-Endurance)	Estratégico/Nacional	hasta 65.000 ft MSL (19.812 m)	Ilimitado (BLOS)	Comandante de Teatro	RQ-4 Global Hawk, MQ-4C Triton
		Strike/Combat	Estratégico/Nacional	hasta 65.000 ft MSL	Ilimitado (BLOS)	Comandante de Teatro	MQ-9 Reaper (configuración armada)

2.1.3. Clasificación EASA (Unión Europea): Categoría abierta para uso civil

La Agencia Europea de Seguridad Aérea establece clasificaciones C0-C6 para drones operados en Categoría Abierta (bajo riesgo, sin autorización previa requerida). Esta regulación, aplicable desde enero de 2021 con transición completa en enero de 2024, es obligatoria para todos los drones de uso civil y dual operados en espacio aéreo alemán y fundamental para empresas que desarrollen productos para mercado comercial o aplicaciones duales.

Clase EASA	Peso Máximo Despegue	Distancia Mínima de Personas	Requisitos Piloto	Requisitos Técnicos Clave	Uso Típico
C0	<250 g	Sin restricción específica	Ninguno (conciencia básica)	Velocidad máx. 19 m/s; Límite altitud 120 m ajustable	Recreativo, juguetes, formación básica
C1³	<900 g	50 m de aglomeraciones	Certificado EU A1/A3	Identificación remota; geofencing; Return-to-Home (RTH)	Hobbyista avanzado, foto/video ligero profesional

³ Los requisitos técnicos obligatorios para clases C1-C3 incluyen sistema de identificación remota (transmisión continua de datos como ID operador, posición, altitud y velocidad), *geofencing* (respeto automático de zonas restringidas) y marcaje visible con etiqueta de clase y número de operador UAS. Para comercializar drones con marcaje C0-C4 en la UE, los fabricantes deben demostrar cumplimiento con el Reglamento Delegado (UE) 2019/945, emitir Declaración de Conformidad UE y afijar marcado CE junto con la etiqueta de clase correspondiente.

C2	<4 kg	30 m (5 m con modo lento)	Certificado A2 CoC + entrenamiento específico	Identificación remota; <i>geofencing</i> ; modo vuelo lento (≤ 3 m/s)	Profesional cerca personas (inspección, seguridad)
C3	<25 kg	150 m de áreas residenciales	Certificado EU A1/A3	Identificación remota; <i>geofencing</i> ; RTH	Industrial pesado, agricultura, topografía
C4	<25 kg	150 m de personas	Certificado EU A1/A3	Sin <i>geofencing</i> ni identificación remota obligatoria	Aeromodelismo, aplicaciones <i>legacy</i>
C5	Variante C3 modificada	Según escenario estándar	Autorización operacional avanzada	Sin <i>geofencing</i> ; modo vuelo lento ≤ 5 m/s; sistema emergencia	Operaciones especiales bajo STS-01
C6	<25 kg	Según autorización	Autorización específica	Especificaciones variables según uso	Aplicaciones experimentales

2.2. Regulación, desafíos y seguridad pública de los drones en Alemania

El **Ministerio Federal de Transporte (BMV)** - antiguo Ministerio Federal de Digital y Transporte (BMDV) hasta abril de 2025-, ha venido trabajando durante años en la adaptación de las normativas alemanas al derecho europeo en materia de drones, destinando recursos significativos para el desarrollo de la infraestructura necesaria para la movilidad aérea innovadora.

La [regulación alemana](#) de drones representa una de las implementaciones más completas del marco regulatorio europeo, combinando estrictas normas de seguridad operacional con fuertes protecciones de privacidad y medidas de seguridad nacional. La reciente ampliación de facultades militares y policiales para neutralizar drones no autorizados refleja la creciente preocupación por amenazas híbridas y la necesidad de proteger infraestructura crítica en un entorno de seguridad cada vez más complejo. Este equilibrio entre fomentar la innovación tecnológica y garantizar la seguridad pública continuará evolucionando a medida que la tecnología de drones avance y surjan nuevos desafíos operacionales y de seguridad.

Alemania registró 172 interrupciones del tráfico aéreo relacionadas con drones entre enero y septiembre de 2025, un aumento de 129 en el mismo período de 2024 y 121 en 2023, según datos de Deutsche Flugsicherung (DFS), el control de tráfico aéreo de Alemania.

El despertar de Alemania en la defensa contra drones llega notablemente tarde para la economía más grande de Europa. [La Ley de Policía Federal](#) no se había modificado desde 1994, el mismo

año en que los primeros satélites GPS de consumo se volvieron operativos y años antes de que DJI siquiera existiera. Que una ley de 31 años gobierne las respuestas a sofisticados drones de reconocimiento militar muestra cuán desprevenida estaba Europa Occidental para las amenazas aéreas modernas.

Con la nueva ley, Alemania se une a países europeos que recientemente han otorgado a las fuerzas de seguridad poderes para derribar drones que violen su espacio aéreo, incluidos el Reino Unido, Francia, Lituania y Rumanía.

2.2.1. La iniciativa Droniq y la implementación del U-Space

Un objetivo central ha sido la implementación del U-Space, el sistema europeo de gestión de tráfico de drones donde los drones puedan ser visibles electrónicamente y volar de forma segura bajo la supervisión de un proveedor. Los estados miembros de la UE debían implementar U-Space antes de principios de 2023 según lo establecido por la Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA).

Droniq⁴ y DFS desarrollaron el primer sistema de gestión de tráfico para drones de Alemania, creando un U-Space Reallabor (laboratorio real) en el Puerto de Hamburgo. El proyecto tuvo un volumen de aproximadamente un millón de euros y fue financiado parcialmente por el entonces Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital (BMVI), ahora Ministerio Federal de Transporte (BMV). En 2022, Droniq y DFS recibieron el Premio de Innovación UTM en el [Congreso Mundial ATM](#) en Madrid por este proyecto U-Space Sandbox en Hamburgo, que demostró por primera vez cómo puede funcionar un U-Space en la práctica.

El sistema de [Gestión de Tráfico UAS \(UTM\)](#) de Droniq es el primer sistema de gestión de tráfico totalmente operativo para drones en Alemania. Muestra tanto el tráfico tripulado como no tripulado en una visualización combinada de la situación aérea. Hasta la fecha, el sistema UTM se ha utilizado para completar con éxito más de 50 vuelos de largo alcance, cubriendo una distancia de vuelo de alrededor de 2.350 km. El sistema ya está en uso operativo por empresas de las industrias química, de suministro de energía y construcción, así como por la policía, los servicios de bomberos y rescate

Para hacer visibles los drones al sistema UTM, Droniq ha desarrollado un [dispositivo de conexión \(Hook-on Device, HOD\)](#), un módem LTE del tamaño de una caja de cerillas que transmite la posición del dron y su identificación al UTM a través de la red celular. También recibe las posiciones del tráfico circundante y las introduce en la visualización de la situación aérea en vivo del UTM. Además,

⁴ [Droniq](#) es una empresa conjunta (*joint venture*) establecida en 2019 entre [DFS Deutsche Flugsicherung GmbH](#) (el servicio de navegación aérea de Alemania, con 51 % de participación a través de su filial DFS IBS GmbH) y [Deutsche Telekom AG](#) (con 49 % de participación a través de Telekom Innovation Pool GmbH). Con sede en Frankfurt am Main, su objetivo empresarial es la provisión, comercialización y distribución de servicios para drones y otras aeronaves no tripuladas en Europa.

todos los pilotos de aviación general en las proximidades del dron reciben automáticamente una advertencia directamente en la cabina, incluso si no utilizan el servicio UTM.

2.2.2. Dependencia de hardware extranjero y preocupaciones de seguridad

Existe una preocupación creciente sobre la dependencia de hardware extranjero en el mercado de drones. El fabricante chino [DJI](#) controla más del 75 % del mercado comercial de drones en Estados Unidos y aproximadamente el 70 % del mercado mundial de consumo y empresarial. [Esta dominancia de mercado](#) también es significativa en Europa y Alemania, planteando el riesgo de que los datos fluyan a la República Popular China.

Investigadores del [Instituto Horst Görtz de Seguridad Informática](#) de la Universidad Ruhr de Bochum, y del [Centro Helmholtz CISA](#) para Seguridad Informática, encontraron [vulnerabilidades de seguridad graves](#) en múltiples drones fabricados por DJI que permitieron a los usuarios modificar detalles de identificación cruciales e incluso derribar los dispositivos de forma remota en vuelo. En total, se encontraron 16 vulnerabilidades, cuatro de las cuales se consideran graves.

Los investigadores descubrieron que un atacante podía cambiar los datos de registro o el número de serie y disfrazar su identidad. Además, aunque DJI toma precauciones para evitar que los drones vuelen sobre aeropuertos u otras áreas restringidas como prisiones, estos mecanismos también podrían ser anulados. Catorce de los errores podrían desencadenarse de forma remota a través del teléfono inteligente del operador: los investigadores descubrieron que podían tomar el control del teléfono y estrellar el dron en pleno vuelo.

Las preocupaciones de seguridad nacional han llevado a diversos países a restringir el uso de drones chinos. En 2021, [la administración Biden añadió a DJI a la lista de entidades](#) de EE.UU. y el Departamento del Tesoro de EE.UU. declaró que SZ DJI ha proporcionado drones a la [Oficina de Seguridad Pública de Xinjiang](#).

2.2.3. La amenaza de drones no autorizados: Incidentes en aeropuertos alemanes

La necesidad de defensa antidrones (Counter-UAS, C-UAS) se ha vuelto crítica debido a la frecuencia de incidentes. En 2023, el Aeropuerto de Frankfurt experimentó restricciones operacionales en un total de 10 días debido a incursiones de drones, más que en cualquier otro año desde que [Fraport](#) comenzó a registrar actividad de drones en las proximidades del aeropuerto en diciembre de 2017. El tráfico aéreo tuvo que detenerse completamente en dos ocasiones: el 6 de julio durante 85 minutos y el 28 de septiembre durante 55 minutos.

Según el [informe de drones publicado por Deutsche Flugsicherung \(DFS\)](#), se reportaron 144 obstrucciones causadas por drones en toda Alemania hasta agosto de 2023 (113 en el mismo

período del año anterior). El Aeropuerto de Frankfurt/Main fue el más frecuentemente afectado con 35 incidentes, seguido por nueve incidentes en los [aeropuertos de Leipzig/Halle](#) y [Dresde](#). Los datos muestran una tendencia preocupante al alza en las interrupciones del tráfico aéreo causadas por drones civiles no autorizados.

Más recientemente, en octubre de 2025, el [Aeropuerto de Múnich](#) experimentó múltiples incidentes de avistamiento de drones en varios días consecutivos. El 2 de octubre, las observaciones de drones obligaron al control de tráfico aéreo a suspender operaciones desde las 22:18 horas, lo que llevó a la cancelación de 17 vuelos y afectó a casi 3.000 pasajeros. Otros 15 vuelos entrantes fueron desviados a [Stuttgart](#), [Núremberg](#), [Viena](#) y Frankfurt. El 18 de octubre, el aeropuerto se cerró temporalmente nuevamente alrededor de las 22:00 horas debido a reportes de drones desconocidos, con un segundo incidente registrado alrededor de las 23:00 horas.

Estas interrupciones por drones en Múnich, Frankfurt y otros aeropuertos alemanes forman parte de una serie más amplia de incidentes similares que han afectado la aviación europea, con avistamientos que también cerraron temporalmente aeropuertos en Dinamarca y Noruega. Los incidentes han llevado a los ministros de defensa europeos a acordar el desarrollo de un "[muro de drones](#)" integral a lo largo de sus fronteras, diseñado para rastrear, interceptar y neutralizar drones que ingresan al espacio aéreo restringido.

La amenaza que representan los drones no respeta la división entre los ámbitos civil y militar. Los mismos sistemas que obligan a cerrar aeropuertos comerciales durante horas están siendo empleados masivamente como plataformas de reconocimiento, ataque y desestabilización en conflictos convencionales. Para Alemania, esta realidad resulta especialmente alarmante: si la infraestructura civil carece de defensas efectivas contra drones de bajo coste, ¿cómo podrían las fuerzas armadas responder ante amenazas similares amplificadas en intensidad y coordinación? Esta pregunta ha impulsado una transformación radical del mercado militar alemán de drones, convirtiéndolo en el segmento de mayor crecimiento y urgencia estratégica del sector de defensa.

2.3. El segmento militar de drones

El mercado alemán de drones presenta una marcada bifurcación entre las aplicaciones militares y comerciales, con dinámicas de crecimiento y escalas económicas significativamente diferentes. El mercado militar de drones en Alemania alcanzó los 1.909 millones EUR en 2024 y se proyecta que llegue a 3.852 millones EUR para 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 12,6 %.

Aunque el mercado comercial mantiene un volumen total superior, el sector militar experimenta un crecimiento acelerado impulsado por la urgencia geopolítica derivada de la guerra en Ucrania. Alemania representa [aproximadamente el 5,1% del mercado global de drones militares](#), consolidándose como el segundo mercado más grande de Europa después de Francia.

La distribución geográfica de las empresas alemanas de drones revela una fuerte concentración en el sur del país, particularmente en Baviera⁵, que alberga el 19,3 % de las aproximadamente 400 empresas alemanas dedicadas a la aviación no tripulada. Esta región se ha convertido en el epicentro de la innovación en drones gracias a su infraestructura aeroespacial desarrollada, que incluye centros de investigación como el [Centro Aeroespacial Alemán \(DLR\)](#) con sedes en Augsburg, Weilheim y Oberpfaffenhofen, y [el campo de pruebas TUEF](#) para vuelo no tripulado y eléctrico.

La siguiente tabla resume la distribución regional de las empresas de drones en Alemania:

Región	Porcentaje del Total	Características Clave
Baviera	19,3 %	Mayor concentración, <i>hub</i> aeroespacial con infraestructura DLR
Renania del Norte-Westfalia	13,5 %	Segunda mayor concentración, sector industrial diversificado
Baden-Württemberg	10,4 %	Sede de Volocopter (Bruchsal), fuerte base tecnológica
Berlín	9,1 %	Cultura <i>start-up</i> dinámica, sede de Stark Defense Solutions
Hesse	7,5 %	Conectividad económica, sector financiero
Hamburgo	6,7 %	<i>Hub</i> aeroespacial, uno de los mayores centros europeos

Múnich se ha consolidado como el núcleo neurálgico del sector militar de drones, concentrando empresas clave como [Helsing](#), [Quantum Systems](#), [TYTAN Technologies](#), [Auterion](#) y [Phoenix Wings](#).

El mercado militar de drones en Alemania se concibe como un "sprint de 100 metros" impulsado por la urgencia geopolítica. La invasión de Ucrania ha revelado al Bundeswehr "**Fähigkeitslücken**" (**brechas de capacidad**) críticas. En respuesta, el [Ministerio Federal de Defensa \(BMVg\)](#) está pasando de planes a largo plazo a la necesidad inmediata de adquirir sistemas.

2.3.1. La Estrategia de Industria de Seguridad y Defensa

En diciembre de 2024, el gobierno alemán publicó la [Nationale Sicherheits- und Verteidigungsindustriestrategie](#) (*Estrategia Nacional de Industria de Seguridad y Defensa*), un documento que marca un punto de inflexión histórico en la política industrial de defensa de Alemania. Aunque elaborada bajo el gobierno de Scholz, la estrategia se está implementando actualmente casi literalmente, y define el marco operativo dentro del cual todas las empresas del sector —incluidas las extranjeras— deben posicionarse.

⁵ <https://www.invest-in-bavaria.com/en/blog/post/mobility-in-bavaria-aerospace>

La estrategia representa un **Zeitenwende** en sí misma: por primera vez desde la reunificación, el Estado alemán establece explícitamente qué tecnologías de defensa considera críticas para su soberanía nacional, qué capacidades industriales deben mantenerse obligatoriamente en territorio alemán, y bajo qué condiciones permite la participación de actores extranjeros. Este nivel de intervencionismo estatal en la industria de defensa no tiene precedentes recientes en Alemania.

El documento define una industria de seguridad y defensa adaptada al cambio de era, que debe ser **dinámica y escalable** (capaz de multiplicar rápidamente su producción); **resiliente** (inmune a disrupciones en cadenas de suministro globales); **competitiva** (con superioridad tecnológica a costes competitivos); e **innovadora y adaptativa**, pudiendo mantener ventaja tecnológica permanente

El elemento más relevante para empresas extranjeras es la **clasificación tripartita de tecnologías estratégicas**, representada en el diagrama oficial de la estrategia mediante tres anillos concéntricos:

1. **Anillo nacional**, que representa tecnologías que deben mantenerse bajo control alemán exclusivo
2. **Anillo europeo**, donde se permite cooperación con socios europeos bajo supervisión gubernamental
3. **Anillo internacional**, en tecnologías abiertas a cooperación transatlántica y global

Los sistemas no tripulados (UAS) están reconocidos como tecnología clave dentro del marco europeo de seguridad y defensa, lo que implica que **no existe obligación de mantener capacidades exclusivamente alemanas**, se fomenta la cooperación con empresas europeas —incluidas las españolas—, toda asociación estratégica requiere supervisión gubernamental y se otorga prioridad a la creación de valor añadido en territorio alemán mediante actividades como ensamblaje final, mantenimiento y desarrollo tecnológico (I+D).

2.3.2. El Fondo Especial de defensa alemán (Sondervermögen)

El fondo especial de 100.000 millones de euros (Sondervermögen) y la **Iniciativa de Reforzamiento para Ucrania**, dotada con **9.000 millones de euros**⁶, que actúan como aceleradores de la demanda de estos sistemas aéreos no tripulados..

El diseño del Sondervermögen⁷ responde a la necesidad política de cerrar brechas críticas de capacidad (Fähigkeitslücken) a corto y medio plazo y a la exigencia de alinear los recursos con las

⁶ Fondo de "Ertüchtigungsinitiative" (9.000 millones € para Ucrania). Alemania ha aportado hasta ahora **alrededor de 7,1 mil millones de los 9 mil millones previstos**. <https://www.bundesregierung.de/breg-en/search/european-peace-facility-2156666>

⁷ El Sondervermögen ha servido para liberar créditos y contratos de urgencia, pero su aplicación práctica ha requerido programación por proyectos mediante decisiones ministeriales y proposiciones parlamentarias sucesivas. Todos los proyectos de adquisición superiores a

obligaciones de seguridad colectiva en el marco de la OTAN. El fondo fue establecido mediante enmienda al Artículo 87a de la Ley Fundamental (Grundgesetz) el 3 de junio de 2022.

Para diciembre de 2024, la agencia de adquisiciones de la Bundeswehr (BAAINBw) confirmó que "los 100.000 millones de euros del Sondervermögen están prácticamente comprometidos en su totalidad en contratos con la industria de tecnología de defensa", habiendo necesitado solo dos años y medio para vincular todos los fondos disponibles. Sin embargo, el compromiso contractual no equivale a desembolso efectivo⁸ (87.000 millones EUR tras intereses); muchos proyectos tienen plazos de entrega hasta 2030-2035.

Se prevé que el Sondervermögen estará agotado entre 2026 y 2028, generando una crisis de financiación estructural⁹.

2.3.3. La inversión de 10.000 Millones de Euros en drones

La anunciada asignación de 10.000 millones EUR para drones (10 % del fondo original) es una apuesta explícita por los sistemas no tripulados como vector prioritario de modernización, representando [12,8% del gasto total de defensa 2024](#).

La línea de 10.000 millones de euros para drones anunciada por Pistorius (octubre 2025) debe entenderse como una asignación orientativa para los próximos años dentro del marco del Sondervermögen y del aumento permanente del presupuesto de defensa anual.

Concepto	Valor (millones EUR)	Notas
Inversión drones anunciada (Pistorius)	10.000	Anuncio Oct 2025, ejecución multi-año
Presupuesto defensa total 2024	78.000	Base 52.000 + Sondervermögen 19.200 + otros 7.000
Presupuesto defensa total 2026	108.200	Gobierno Merz, récord histórico

25 millones de euros requieren aprobación del comité presupuestario del Bundestag (umbral establecido en 1981 como "50 millones de marcos"; no ajustado por inflación desde entonces). La gestión y priorización del Sondervermögen han estado sujetas a revisiones críticas por parte del Ministerio de Defensa y **auditorías sobre sostenibilidad presupuestaria**. En su primera edición del plan económico (2022), el Ministerio Federal de Defensa (BMVg) comprometió los 100.000 millones de euros completos sin considerar los intereses que el propio fondo debería soportar.

⁸ Tras la crítica de la Bundesrechnungshof (Auditoría Federal), el plan económico para el presupuesto 2023 incorporó el coste de los intereses, reduciendo la capacidad disponible a 92.000 millones de euros. Con el aumento de las tasas de interés, la carga por intereses acumulados alcanzó aproximadamente 13.000 millones de euros, dejando una capacidad efectiva real de 87.000 millones de euros para inversiones en equipamiento.

⁹ En 2024, Alemania necesitó 19.200 millones de euros del Sondervermögen para alcanzar el objetivo del 2 % del PIB en gasto de defensa OTAN, sumándose a los 52.000 millones de euros del presupuesto ordinario y aproximadamente 7.000 millones de euros de otras partidas, totalizando 78.000 millones de euros (2,0 % del PIB). Sin embargo, alcanzar el objetivo del 2 % en 2024 requería aproximadamente 85.000 millones de euros, revelando una brecha estructural incluso con el fondo especial. Una vez agotado el Sondervermögen, el déficit de financiación proyectado alcanza 8.000 millones de euros en 2026 y 40.000 millones de euros en 2027, acumulando una brecha total de 90.000 millones de euros hasta 2028 si no se aumenta el presupuesto ordinario.



Porcentaje drones del presupuesto 2024	~12,8%	Refleja prioridad estratégica drones
Porcentaje drones del Sondervermögen	10%	Equivalente a todo el fondo dedicado a una categoría
Contratos drones públicos ya firmados	1.435-1.645	LUNA NG, Skyranger fase 1, Heron, TYTAN, marcos
Porcentaje ejecutado de 10.000M anunciados	14-16%	Mayoría pendiente adjudicación 2025-2026

La inversión anunciada por el Ministerio Federal de Defensa alemán persigue un doble objetivo estratégico: por un lado, cerrar con rapidez las brechas de capacidad (**Fähigkeitslücken**) mediante la adquisición masiva de sistemas no tripulados a través de contratos puente con proveedores nacionales y aliados, en respuesta directa a las vulnerabilidades operativas evidenciadas tras la guerra en Ucrania; y, por otro, **catalizar el desarrollo de una base industrial europea en defensa**, reduciendo la dependencia tecnológica de terceros países mediante la creación de una cadena de suministro local sustentada en contratos que exigen transferencia tecnológica y programas de apoyo a la industrialización.

Este esfuerzo se integra en la visión de **Boris Pistorius** de situar a Alemania al frente de la **iniciativa del Escudo de Defensa Aérea Europea**, con un horizonte de implementación previsto para finales de **2027**, consolidando así una arquitectura común de defensa avanzada en el marco europeo.

3. La Bundeswehr ante el desafío de los drones: capacidades y estrategia

3.1. Diagnóstico de capacidades: deficiencias y puntos críticos

La transformación, la proliferación y la eficacia de los sistemas aéreos no tripulados, ha obligado a las fuerzas armadas alemanas (la Bundeswehr) a emprender una **revisión drástica y urgente de su doctrina, capacidades y procesos de adquisición**. Tras años de debates éticos y de una notable contención política, el conflicto en Ucrania ha funcionado como un catalizador ineludible, revelando profundas deficiencias estratégicas y forzando un cambio de rumbo que busca recuperar el tiempo perdido.

La actual carrera de Alemania por ponerse al día en tecnología de drones no puede entenderse sin analizar su historial de escepticismo. Ya en 2014, la entonces Ministra de Defensa, Ursula von der Leyen, propuso la adquisición de drones con capacidad de ataque, lo que desató una intensa oposición. Críticos advirtieron que con ello se abriría la "caja de Pandora" ("Büchse der Pandora"), en alusión a las complejas implicaciones éticas y legales de la guerra semiautónoma.

Este debate interno, centrado en una práctica que potencias como Estados Unidos o Israel llevaban años ejecutando, paralizó la toma de decisiones. El resultado fue una **brecha de capacidad tangible**: la Bundeswehr tuvo que llevar a cabo sus misiones en teatros de operaciones complejos como Afganistán y Malí sin una cobertura aérea propia de drones armados, dependiendo de sus aliados. No fue hasta 2022, tras largos años de deliberación y ya con la guerra a gran escala en Ucrania en marcha, cuando el Bundestag finalmente aprobó la adquisición de drones Heron TP de fabricación israelí. A día de hoy, Alemania solo cuenta con cinco de estas aeronaves, y en régimen de arrendamiento (leasing), lo que subraya la timidez y la tardanza de su entrada en este dominio militar.

El legado de esta inacción es una serie de vulnerabilidades críticas. La más alarmante es la **casi total ausencia de un sistema de defensa antidrones (conocido en alemán como "Drohnenabwehr")** robusto y de cobertura nacional. Los incidentes en los aeropuertos de Múnich, Copenhague y Oslo, así como los sobrevuelos de drones en bases militares alemanas, han demostrado la facilidad con la que actores hostiles pueden perturbar infraestructuras críticas con tecnología de bajo coste.

Esta deficiencia se agrava por una decisión estratégica del pasado que hoy se revela como un grave error: en 2012, la Bundeswehr disolvió por completo la defensa antiaérea del ejército de tierra. Esta medida, tomada en un contexto de recortes presupuestarios y una percepción de bajo riesgo de

conflicto convencional, eliminó la capa de protección de corto y medio alcance esencial para contrarrestar amenazas como drones, helicópteros o misiles de crucero de vuelo bajo.

El resultado es que, hoy por hoy, **la Bundeswehr carece de medios eficientes para enfrentar un ataque masivo de drones pequeños y baratos**. El incidente ocurrido en Polonia, donde la OTAN tuvo que movilizar cazas F-35 y F-16 para derribar drones rusos con misiles de dos millones de euros cada uno, fue descrito por un gerente de la industria alemana como "disparar a gorriones con cañones". Esta asimetría de costes es insostenible y representa una de las mayores debilidades de la defensa alemana y europea.

Presión por la soberanía tecnológica e industrial

Las necesidades principales son la **vigilancia y reconocimiento (Aufklärung)**, la **protección de las fuerzas (Schutz der eigenen Kräfte)** y, fundamentalmente, la **defensa contra sistemas aéreos no tripulados (C-UAS)**.

El ministro de Defensa, Boris Pistorius, ha reconocido que Alemania y la OTAN están "todos retrasados" (*Wir hinken alle hinterher*) en la defensa contra drones, ya que la tecnología de drones ha cobrado un "increíble Tempo" debido a la guerra en Ucrania. La Bundeswehr analiza el conflicto en Ucrania a diario. Cualquier tecnología que demuestre ser decisiva, como los drones de bajo coste, los enjambres y el C-UAS, se convierte en alta prioridad.

1. **C-UAS de Bajo Coste:** Los sistemas tradicionales y costosos de misiles como el [IRIS-T](#) o [Patriot](#) ya no son económicamente viables contra drones baratos y producidos en masa. Se necesitan urgentemente alternativas económicas.
2. **Sistemas de Interceptación (Interceptor-Drohnen):** El [Cyber Innovation Hub de la Bundeswehr \(CIHBw\)](#) ha probado exitosamente pequeños drones interceptores que utilizan **Inteligencia Artificial (KI)** para reconocer y neutralizar drones enemigos con alta precisión. Estos drones interceptores generalmente destruyen al dron atacante **embistiéndolo (rammen)**. El proceso de interceptación es totalmente autónomo tras la liberación por parte del piloto. Los drones probados son compactos, hechos con impresión 3D, tienen un buscador asistido por KI y pueden acelerar hasta 300 kilómetros por hora.
3. **Capacitación Masiva:** El CIHBw ha presentado un sistema de entrenamiento basado en láser ("Drohnenabwehr aller Truppen") que permite a los soldados practicar la defensa contra drones con sus armas de mano.
4. **Desarrollo de Enjambres:** La capacidad de operar drones en **enjambres de combate (Kampfschwärmen)** es crucial. El grupo de defensa [Rheinmetall](#) coopera con la *start-up* estadounidense-alemana **Auterion** para desarrollar sistemas operativos que permitan que drones de diferentes fabricantes trabajen conjuntamente en enjambres utilizando software. Auterion, que tiene una segunda sede en Múnich, ya cuenta con un sistema operativo que se está utilizando en Ucrania.

El BMVg está invirtiendo en sistemas que buscan reducir la dependencia de terceros países. Esto se refleja en la fuerte competencia industrial para establecer un **estándar europeo**.

1. La Bundeswehr busca adquirir drones que puedan volar **miles de kilómetros (Deep-Strike-Drohne)** de forma autónoma, alcanzar objetivos muy por detrás de las líneas enemigas (a 2.000 kilómetros) y ser difíciles de localizar. La meta es tener el primer arsenal operativo para **2029**. El Ministerio de Defensa reconoce que la innovación más disruptiva (IA, autonomía, sensores) a menudo proviene del sector civil y de las *start-ups*. La Bundeswehr está abierta a adaptar tecnologías comerciales para fines militares.
2. El BMVg planea adquirir drones de ataque equipados con explosivos (munición merodeadora - **Loitering Munition**), con contratos a firmarse pronto. El dron HX-1 de Helsing, desarrollado con un socio ucraniano, y su sucesor, el **HX-2**, ya están en uso en Ucrania. El HX-2 utiliza **Inteligencia Artificial** para dirigir las cargas explosivas, confirmadas por un soldado, y es menos susceptible a contramedidas.
3. Ucrania es vista como un **"laboratorio real" y una "plataforma de innovaciones"** para drones. Las empresas alemanas que suministran o producen en Ucrania pueden beneficiarse del fondo de 9 mil millones de euros de la iniciativa de "reforzamiento" (*Ertüchtigungsinitiative*)

3.2. Programas de adquisición clave

El objetivo operativo es alcanzar una fuerza compuesta por aproximadamente **8.300 sistemas UAS en 2029**, lo que supone un incremento de casi catorce veces respecto al inventario actual, estimado en unos 600 sistemas. Este volumen posiciona a Alemania como uno de los principales mercados europeos en términos absolutos, aunque su densidad relativa por soldado operativo sigue por debajo de los niveles de Estados Unidos, Reino Unido o Francia.

La estrategia nacional de drones se fundamenta en un principio de **adquisición flexible y escalable, con ciclos de compra continuos y modularidad contractual**. El objetivo es evitar los retrasos derivados de las licitaciones convencionales y mantener capacidad de adaptación tecnológica permanente. La doctrina reconoce explícitamente que la ventaja decisiva en el campo de batalla contemporáneo no proviene únicamente de la autonomía de los sistemas, sino de la **masa operativa** alcanzada mediante una disponibilidad numérica sostenida y amplia. Sin embargo, el propio BMVg ha advertido que la estrategia alemana de "producción escalable sin almacenamiento estratégico" podría resultar insuficiente en conflictos de alta intensidad, donde la tasa de reposición es crítica.

El ministro Boris Pistorius ha reiterado que la inversión prevista abarca **"drones de todos los tipos y niveles, tanto ofensivos como defensivos"**, incluyendo sistemas ISR (Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento), plataformas VTOL (Despegue y Aterrizaje Vertical), municiones merodeadoras, interceptores C-UAS (Counter-Unmanned Aircraft Systems) y capacidades de gestión, mando y control (C2/UTM) resistentes a interferencias electrónicas. Esta arquitectura pretende crear un

ecosistema operacional interoperable y digitalizado, que permita integrar los sistemas tripulados y no tripulados en una red táctica común conforme a los estándares OTAN¹⁰ y STANAG vigentes.

3.2.1. Programas en curso

La Bundeswehr constituye el **cliente dominante del sector militar alemán**, representando entre el 75 % y el 85 % del volumen total del mercado nacional, especialmente cuando se incluyen contratos plurianuales de mantenimiento y soporte. El nuevo marco doctrinal se está traduciendo en una secuencia de **programas de adquisición concretos**, con financiación plurianual y prioridad presupuestaria dentro del Fondo Especial de Defensa (*Sondervermögen*), orientados a cerrar las brechas de capacidad más críticas detectadas durante la guerra en Ucrania y a reforzar la autonomía estratégica europea en tecnologías UAS.

El plan de expansión define objetivos detallados por categoría de sistema y horizonte temporal 2029. Se incluyen desde nano-drones para reconocimiento de escuadra hasta sistemas de ataque profundo (*deep-strike*) de más de 1.000 km de alcance. A ello se suma una **reserva operativa adicional del 20–40 %** para reemplazo inmediato de pérdidas y sostenimiento en escenarios de conflicto prolongado.

Paralelamente, el Ministerio de Defensa ha publicado los principales contratos adjudicados o en fase avanzada de negociación. Entre ellos destacan los programas de defensa aérea C-UAS *Skyranger* de Rheinmetall, los sistemas de reconocimiento LUNA NG y Heron, la munición merodeadora HX-2 desarrollada por Helsing y Stark, y los micro-drones tácticos MIKADO de Quantum Systems. En conjunto, los contratos firmados hasta mediados de 2025 ascienden a entre **1.435 y 1.645 millones de euros**, con expectativas totales de inversión que podrían superar los **10.000 millones de euros** en el periodo 2025–2029.

A continuación, el desglose completo de contratos públicos:

Categoría de Sistema	Cantidad Objetivo 2029	Descripción y Función Principal	Valor Total Estimado (M€)	Proveedor Principal / Estado
Nano-drones	1.200	Reconocimiento táctico de muy corto alcance para entornos urbanos y vegetación densa	Incluido en marcos micro-UAS	Droneparts / Dronivo (DJI/Autel) – Marcos activos
Mini-UAS tácticos	3.028	Vigilancia de corto alcance, sucesores de ALADIN y FALKE	Clasificado	Quantum Systems (ex-AirRobot) – Contrato firmado (MIKADO)
Drones relé / comunicaciones	800	Extensión del alcance operativo y enlaces C2 seguros entre unidades dispersas	Integrado en proyectos C2	En desarrollo con Hensoldt y Fraunhofer FKIE

¹⁰ Robert Tollast, investigador de RUSI, advirtió que "unos pocos miles de cuadricópteros y municiones merodeadoras solo durarían días en una guerra como la de Ucrania", donde ambos bandos utilizan millones de drones anualmente y Rusia desplegó más de 700 drones Shahed de largo alcance en un solo día de julio de 2025.

Munición merodeadora	2.070	Sistemas de ataque autónomos de precisión (tipo kamikaze)	200-400 (estimado)	Helsing HX-2 / Stark OWE-V – Evaluación y pruebas
Interceptores y complejos C-UAS	560	Defensa activa contra drones enemigos mediante sistemas <i>hard-kill</i> y <i>soft-kill</i>	6.595–8.595	Rheinmetall – Skyranger (595 firmados + 6.000–8.000 previstos)
Drones ISR (total aéreo)	5.700	Reconocimiento aéreo en todas las escalas operativas	200 (LUNA NG) + 630 (Heron)	Rheinmetall / IAI – Firmados y en ejecución
Drones deep-strike	Clasificado	Ataque profundo >1.000 km; primera capacidad operativa prevista 2029	ND (clasificado)	Rheinmetall / Airbus – En desarrollo
Simuladores, C2/UTM y soporte operativo	ND	Capacidades de gestión, mando y entrenamiento; resiliencia cibernética y redes mesh	10-20 (estimado)	Fraunhofer / Tytan Technologies / Indra – En implementación
Reserva operativa (20-40%)	1.660-3.320	Sustitución de pérdidas y mantenimiento de masa operativa	ND	Planificación presupuestaria Bundeswehr 2026-2029
TOTAL SISTEMAS 2029	~8.300	Meta oficial Bundeswehr	7.830-10.240 (total incluyendo esperados)	Contratos en ejecución o en fase de adjudicación

A continuación, un desglose de los programas:

1. **Defensa Antiaérea de Corto Alcance:** El programa más significativo es la orden prevista de más de [600 vehículos de defensa antiaérea Skyranger 30](#), fabricados por Rheinmetall, con un valor estimado superior a 9.000 millones de euros y diseñados para proteger a las tropas en movimiento contra drones y otras amenazas de bajo vuelo. El corazón del sistema es un cañón revólver de 30 mm x 173 KCE con una impresionante cadencia de tiro de hasta 1.200 disparos por minuto. [El sistema Skyranger](#) combina radar, sensores ópticos y un cañón automático, y es capaz de detectar y destruir drones a una distancia de hasta diez kilómetros. Ya se han pedido 19 sistemas en la primera tranche por 595 millones de euros, con entregas previstas entre 2027 y 2028. Debido al alto nivel de interés internacional, Rheinmetall planea aumentar la producción a al menos 200 sistemas por año. El programa Skyranger 30 de Rheinmetall se desarrolla en dos fases:
 - a) [Fase 1](#) (firmada febrero 2024): 595 millones EUR por 19 sistemas (1 prototipo + 18 serie + opción 30 adicionales), entregas 2027-2028
 - b) Fase 2 (esperada finales 2025): Rheinmetall anticipa la firma del contrato principal antes de fin de 2025, con un valor estimado entre 6.000 y 8.000 millones EUR. Este contrato prevé 500-600 sistemas Skyranger 30 :6.000-8.000 millones EUR por 500-600 sistemas, entregas 2025-2035
2. **Reconocimiento medio alcance: LUNA NG/HUSAR (Rheinmetall)**

El sistema [LUNA NG](#) (New Generation) es el sucesor de la familia LUNA de drones tácticos de reconocimiento que la Bundeswehr ha operado desde la década de 2000. El programa también incluye el sistema [HUSAR](#) (High-Endurance Surveillance And Reconnaissance).

En septiembre de 2023, la Bundeswehr firmó un contrato con Rheinmetall por 200 millones EUR (excluyendo IVA), equivalente a aproximadamente 290 millones EUR incluyendo el impuesto al valor agregado.

El contrato contempla 1 sistema piloto para validación operacional; 12 sistemas de producción en serie = 65 drones LUNA NG (cada sistema incluye 5 aeronaves). Las entregas comenzaron en el segundo trimestre de 2025 y se extenderán hasta 2028.

3. Micro-drones tácticos: MIKADO II ([Quantum Systems/AirRobot](#))

El programa MIKADO II (Mikro-Drohnen für Aufklärung und Ortung - Micro-drones para Reconocimiento y Localización) es el sistema de suministro continuo de drones de helicóptero compactos tipo VTOL (Vertical Take-Off and Landing) para reconocimiento y vigilancia táctica a nivel de unidad.

En marzo de 2025, Quantum Systems adquirió AirRobot para asegurar la continuidad y expansión del programa MIKADO II. La [adquisición](#) fue financiada dentro del marco de la Serie C de 160 millones EUR que Quantum Systems cerró en mayo de 2025, alcanzando valoración de unicornio (>1.000 millones EUR).

Más allá de MIKADO II, Quantum Systems ha consolidado su posición como proveedor Tier-1 para programas internacionales críticos:

- Programa TIQUILA (Reino Unido), siendo proveedor para Lockheed Martin en el programa del Ministerio de Defensa británico, periodo 2023-2033
- Contratos con Australia por valor de 90 millones AUD para suministro de drones ISR
- Fábrica operativa en Ucrania, produciendo drones Vector con componentes alemanes.

4. Munición merodeadora ("Loitering Munition"): Tras superar las reticencias políticas, la Bundeswehr está probando activamente [drones "kamikaze"](#). Las fuerzas armadas alemanas han firmado [dos contratos](#) para comprar munición merodeadora de las empresas alemanas Helsing y Stark Defence.

[Helsing](#) produce el [HX-2](#), una munición merodeadora de 12 kilogramos con configuración aerodinámica en "X-wing", motor eléctrico silencioso, alcance de 100 km y velocidad máxima de 220 km/h. Puede transportar varios tipos de cabezas de guerra y es resistente a las contramedidas electrónicas gracias a su software de inteligencia artificial. Alemania ha ordenado

4.000 unidades del HX-2 para Ucrania, y posteriormente se anunció un pedido adicional de [6.000 unidades](#) financiado por un donante internacional.

[Stark Defence](#), dirigida por el ex piloto de helicópteros del ejército alemán Florian Seibel, produce el Virtus (designado OWE-V para One Way Effector – Vertical), un [sistema VTOL de despegue y aterrizaje vertical](#) propulsado eléctricamente que puede pasar de una velocidad de crucero constante de 120 km/h a realizar inmersiones rápidas de alta velocidad de hasta 250 km/h.

5. **Sistemas de detección por IA:** Se está desarrollando el [proyecto "Uranos KI"](#), un sistema de mando y control valorado en alrededor de 80 millones de euros que utilizará inteligencia artificial para fusionar en tiempo real los datos procedentes de múltiples sensores (radares, cámaras ópticas e infrarrojos, sensores acústicos) y así detectar, identificar y rastrear drones con mayor eficacia.

Inicialmente, este sistema se desplegará en 2026 en la nueva brigada alemana en Lituania (la 45 Brigada Blindada), en la primera línea de la OTAN. El objetivo es crear un "campo de batalla de cristal" donde los sistemas de IA faciliten la detección precisa e instantánea de amenazas y oportunidades. La frontera oriental de la OTAN tiene más de 1.600 kilómetros de longitud, sin incluir el exclave de Kaliningrado. Monitorear constantemente esta frontera requeriría una enorme cantidad de personal, que se reducirá mediante el uso de IA.

6. **Armas de energía dirigida:** Mirando hacia el futuro, el Ministerio de Defensa ha anunciado que se prepara para la "adquisición de sistemas de defensa láser". [Rheinmetall y MBDA Deutschland](#) han estado desarrollando sistemas de armas láser de alta energía para la Marina alemana, habiendo completado más de 100 disparos de prueba del Demostrador de Arma Láser (LWD) a bordo de la fragata FGS Sachsen entre 2022 y 2023.

- a) Estos sistemas láser actualmente operan en el rango de 50-100 kilovatios, pero eventualmente podrían superar el nivel de megavatios. Las armas láser ofrecen un coste por disparo muy bajo y una capacidad casi ilimitada de interceptación, siendo una solución prometedora contra los enjambres de drones. Rheinmetall y [MBDA](#) esperan introducir un producto marítimo al mercado de defensa dentro de los próximos cinco a seis años.

7. **Interceptores anti-drone y C-UAS:** El programa de interceptores autónomos [TYTAN Technologies](#) representa una aproximación innovadora a la defensa contra drones mediante neutralización cinética activa, en contraste con sistemas pasivos de guerra electrónica o sistemas tradicionales de misiles.

En octubre de 2025, la Bundeswehr firmó un contrato multimillonario (varios cientos de millones de euros) con [TYTAN Technologies](#) para desarrollar un demostrador de arquitectura de defensa

contra UAV Clase II de la OTAN (150-600 kg). El proyecto es liderado por el Laboratorio de Innovación de la Bundeswehr (Innovationslabor der Bundeswehr) ubicado en Erding (Baviera).

El sistema TYTAN utiliza drones interceptores de 5 kg que aceleran a más de 250 km/h (hasta 300 km/h en pruebas) y neutralizan autónomamente UAV enemigos mediante colisión cinética a grandes distancias y altitudes. Durante pruebas de campo en Ohrdruf (Turingia) en octubre de 2024, los interceptores demostraron capacidad efectiva.

Durante pruebas de campo en Ohrdruf (Turingia) realizadas en octubre de 2024, los interceptores TYTAN demostraron capacidad efectiva para neutralizar drones enemigos a grandes distancias y altitudes mediante colisión a velocidades de hasta 300 km/h.

8. **Reconocimiento largo alcance: Heron TP (IAI, Israel):** El programa Heron TP representa la adquisición de capacidades de reconocimiento estratégico de largo alcance y alta *endurance* que la Bundeswehr no puede obtener de proveedores europeos en el plazo requerido. Aprobado en 2025, el contrato contempla un [coste total aproximado de ~1.000 millones EUR](#) (alrededor de 630 millones EUR como coste de adquisición de los 3 drones Heron TP). Las entregas están programadas desde 2028, con operacionalización completa prevista para 2030-2034.

Esta adquisición ha generado controversia política significativa debido a las operaciones militares israelíes en Gaza. Sin embargo, forma parte de un paquete de más de 80 proyectos de adquisición militar que el gobierno alemán busca aprobar antes de fin de año 2025 para acelerar la modernización de la Bundeswehr.

La decisión refleja una urgencia operacional: la Bundeswehr requiere capacidades ISR estratégicas inmediatas que el programa europeo MALE RPAS (Medium Altitude Long Endurance Remotely Piloted Aircraft System) aún no puede proporcionar. Además, reconoce la experiencia operacional de Israel Aerospace Industries (IAI), que ya ha entregado más de 60 sistemas Heron a 20 países, y con experiencia probada en combate. Por último, muestra una dependencia existente de la tecnología israelí, dado que Alemania ya opera sistemas Heron 1 arrendados desde 2010.

El Heron TP es un sistema MALE de alta capacidad con:

- Más de 30 horas de vuelo continuo
- Un alcance de más de 1.000 km (operación BLOS vía satélite)
- Alcanza una altitud operativa de hasta 45.000 pies
- Tiene una carga útil de un máximo de 1.000 kg (sensores electro-ópticos, infrarrojos, radar SAR, SIGINT).

9. Micro-drones comerciales

La Bundeswehr estableció en 2025-2026 marcos de adquisición simplificados para micro-drones comerciales de uso dual (civil-militar), permitiendo adquisiciones descentralizadas rápidas sin procesos de licitación individuales.

Los sistemas seleccionados son Autel Evo Max 4T (Cuadricóptero profesional con cámara multispectral) y DJI Matrice 30 (plataforma industrial para reconocimiento y vigilancia). Los distribuidores autorizados son Droneparts GmbH (distribuidor especializado en sistemas UAS profesionales) y Dronivo GmbH (proveedor de soluciones para seguridad y defensa).

El precio unitario de mercado oscila entre 5.000 y 10.000 EUR por sistema completo (aeronave + sensores + accesorios). Se financia desde el presupuesto ordinario de la Bundeswehr, y tiene un marco activo durante el periodo 2025-2026. Los marcos de adquisición establecidos persiguen varios objetivos clave.

- En primer lugar, buscan democratizar el acceso a capacidades básicas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), dotando rápidamente a las unidades tácticas con sistemas UAS ligeros y asequibles. Para ello, se pretende acelerar los despliegues eliminando la burocracia asociada a licitaciones individuales, manteniendo al mismo tiempo un grado suficiente de flexibilidad que permita adaptar las compras a necesidades operativas emergentes.
- Otro pilar fundamental es el entrenamiento masivo del personal: familiarizar a soldados y mandos con el uso de drones comerciales antes de introducir sistemas militares más avanzados y sensibles.

No obstante, la inclusión de fabricantes como DJI¹¹ —empresa china que domina entre el 70 % y el 80 % del mercado mundial de drones comerciales— plantea importantes consideraciones de seguridad. Entre los riesgos identificados figuran las vulnerabilidades cibernéticas derivadas del posible acceso de terceros a datos de vuelo, la dependencia tecnológica externa a la cadena de suministro europea y las restricciones de uso en operaciones clasificadas. Sin embargo, la elección de estos sistemas responde a un claro pragmatismo operacional: su relación coste-eficiencia-disponibilidad los convierte en la opción más viable para entrenamiento y operaciones de baja sensibilidad, siempre que se apliquen salvaguardas técnicas.

Estas soluciones buscan ser más coste-efectivas frente a amenazas masivas de drones baratas que los sistemas tradicionales de misiles (IRIS-T, Patriot). En conjunto, estas medidas representan el esfuerzo más ambicioso de la Bundeswehr en décadas para adaptarse a una nueva era de la guerra. Sin embargo, el éxito de esta transformación no depende únicamente de la voluntad política o la inversión financiera, sino también de la capacidad del ecosistema industrial alemán para

¹¹ Ver Sección 2.1.2: vulnerabilidades de seguridad de DJI

entregar estas tecnologías de vanguardia a la velocidad y escala que el nuevo entorno estratégico exige.

3.2.2. Impacto industrial y prioridades tecnológicas

Las prioridades declaradas por el BMVg y la Bundeswehr incluyen:

1. Autonomía y AI embarcada: Capacidad de operar en entornos GNSS-denied (denegación de navegación satelital) mediante navegación inercial, visión por computadora y *machine learning*.
2. Interoperabilidad: Estándares de software tipo AuterionOS/Battlesuite que permitan operaciones de enjambre con drones de múltiples fabricantes.
3. Producción industrial europea: Reducción de dependencia de proveedores extracomunitarios mediante contratos condicionados a transferencia tecnológica.
4. Soluciones coste-efectivas: Neutralización masiva mediante interceptores, *soft-kill* (guerra electrónica) y, a futuro, sistemas láser dirigidos.

Adicionalmente, la estrategia ministerial contempla contratos puente con proveedores extranjeros (como el contrato de 630 millones EUR por 3 drones Heron TP israelíes, entrega desde 2028) para cubrir necesidades inmediatas mientras se impulsa la cadena de suministro local.

Se han firmado **contratos de emergencia y pedidos iniciales** (incluyendo sistemas de *loitering munition* y acuerdos de aceleración de producción con empresas nacionales), aunque muchos programas aún están en fase de adquisición temprana o pruebas de concepto. Los compromisos ancla (contratos marco a largo plazo para miles de sistemas) están en proceso de definición y algunos no han sido publicados como RfP públicos al cierre de octubre de 2025.

La transparencia sobre el uso del *Sondervermögen* es limitada. **El Ministerio de Defensa no proporciona listas detalladas de adquisiciones**; las fuentes principales son anexos del presupuesto federal donde las formulaciones son frecuentemente generales (por ejemplo, simplemente "munición") y las abreviaturas incomprensibles. Los proyectos de armamento suelen financiarse parcialmente desde el *Sondervermögen* y parcialmente desde el presupuesto ordinario, distribuidos en múltiples años, dificultando la trazabilidad.

El **calendario previsto por la Bundeswehr** para alcanzar capacidades de *deep-strike* y un inventario masivo (plazos como 2029 para entregas significativas) es ambicioso y dependerá de la rapidez de adjudicación, escalado industrial y procedimientos de certificación y homologación.

3.3. La competición estratégica: la carrera por el dron "Deep-Strike"

La [Luftwaffe](#) tiene planes ambiciosos para incorporar drones de combate de última generación, conocidos como drones *Deep-Strike*, para el año 2029. Estos drones están diseñados para atacar objetivos a grandes profundidades dentro del territorio enemigo. A diferencia de los drones armados de largo alcance que la Luftwaffe posee actualmente, los *Deep-Strike* volarán justo por debajo de la velocidad del sonido y podrán operar como "[Loyal Wingman](#)" acompañando cazas tripulados o como [Vehículos Aéreos de Combate No Tripulados \(UCAV\)](#) que se enfrentarán a aeronaves enemigas. Estos drones deben tener un rango superior a los 1.000 kilómetros, lo que representa un salto cualitativo respecto al misil de crucero Taurus con alcance de 500 kilómetros que posee la Luftwaffe hoy en día.

Las autoridades alemanas han corroborado la estrategia con planes para un [Electronic Combat Wingman \(ECW\)](#) ¹², un dron no tripulado que operará junto con el Eurofighter EK para guerra electrónica, reemplazando gradualmente a los jets Tornado ECR usados para misiones SEAD/DEAD. Este desarrollo es parte integral de la renovación de capacidades aéreas y la expansión del arsenal *drone-friendly* para hacer frente a amenazas emergentes en la región europea.

El Ministro de Defensa alemán, Boris Pistorius, promueve además la integración en el proyecto multinacional [European Long Range Strike Approach \(ELSA\)](#), que busca sistemas convencionales con rango superior a 2.000 kilómetros, a los cuales se suman las capacidades avanzadas y autónomas de estos drones de la Luftwaffe. Este programa incluye países como Alemania, Francia, Italia, Polonia, Suecia y el Reino Unido, con un énfasis creciente en autonomía, protección industrial y oferta estandarizada.

El proyecto para dotar a la Luftwaffe de estos drones está actualmente en fase de competencia entre tres grandes propuestas, que reflejan la tensión estratégica entre una solución nacional y opciones basadas en asociaciones internacionales:

1. Solución nacional: Helsing-Grob (CA-1 Europa)

El [CA-1 Europa](#), desarrollado por la *startup* alemana Helsing en colaboración con el fabricante de aviones Grob Aircraft, representa una apuesta por la autonomía estratégica europea. Con un coste unitario estimado por Helsing como "una fracción" del precio de un caza moderno, este dron UCAV

¹² Las autoridades en Alemania han descrito previamente planes para un Electronic Combat Wingman (ECW) no tripulado para trabajar junto con el Typhoon EK tripulado. El año pasado, el gobierno alemán decidió formalmente adquirir 15 de estos jets de guerra electrónica, que se convertirán de los cazas Typhoon existentes. Estas aeronaves sustituirán a los envejecidos jets Tornado ECR (Electronic Combat/Reconnaissance) del país, que actualmente están encargados de realizar misiones de guerra electrónica y supresión y destrucción de defensas aéreas enemigas (SEAD/DEAD).

se concibe también como un *jet multirol* subsónico con capacidades para ataque de precisión, guerra electrónica, reconocimiento y trabajo en equipo tripulado-no tripulado ([MUM-T](#)). Su piloto autónomo Centaur AI ha sido probado en vuelos reales en el Saab Gripen E y su producción se enmarca en una cadena industrial europea diseñada para reducir la dependencia de componentes externos

2. Cooperación transatlántica I: Airbus-Kratos (XQ-58A Valkyrie)

[Airbus Defence and Space](#) y la norteamericana [Kratos Defense and Security Solutions](#) han formado una alianza basada en el [XQ-58A Valkyrie](#), un dron de combate que ya acompaña a cazas F-35 en la Fuerza Aérea de EE. UU. Airbus desarrolla el sistema de misión, con arquitectura abierta y agnóstica a plataformas, permitiendo la integración del Valkyrie y otras aeronaves en un ecosistema creciente de control y operaciones en el espacio aéreo.

3. Cooperación transatlántica II: Rheinmetall-Anduril (Fury/Barracuda)

La alemana [Rheinmetall](#) colabora con la *startup* estadounidense [Anduril](#), líder en sistemas aéreos autónomos bajo producción en masa. Esta asociación trabaja en la integración de una variante europea del [Barracuda de Anduril](#) y el vehículo aéreo autónomo [Fury](#), un dron multimisional de alta performance clasificado en grupo 5, ambos bajo la idea de soberanía digital y producción local en Alemania. Esta estrategia de co-desarrollo pone a Alemania a la vanguardia de la digitalización y producción industrial en defensa autónoma

4. El nuevo ecosistema industrial de defensa alemán

4.1. Los gigantes tradicionales en transición

El ecosistema industrial alemán de defensa no puede entenderse sin analizar la estrategia gubernamental que lo regula. En diciembre de 2024, el BMVg y el BMWK publicaron la [Estrategia Nacional de Industria de Seguridad y Defensa](#), que establece por primera vez qué tecnologías militares Alemania considera críticas para su soberanía.

Los sistemas no tripulados (*unbemannte Systeme*) están [clasificados](#) como **Schlüsseltechnologie** (tecnología clave) en el nivel "europeo", lo que significa que se permite cooperación con empresas de la UE (incluidas españolas); se requiere supervisión gubernamental de asociaciones estratégicas; y se prioriza retorno industrial alemán (ensamblaje, mantenimiento, I+D).

Esta clasificación explica por qué las grandes empresas alemanas buscan activamente socios tecnológicos europeos en lugar de desarrollar capacidades UAS completamente autónomas. También define las **condiciones de entrada** para proveedores extranjeros: asociación estratégica con empresas alemanas, transferencia tecnológica bilateral y participación en programas financiados por el EDF.

La Estrategia Nacional de Industria y Seguridad y Defensa establece explícitamente (*Handlungsfeld 4.1*) que "cuando existan capacidades nacionales en estos campos tecnológicos, éstas deben ser consideradas de manera integral en decisiones sobre investigación, desarrollo, producción, adquisiciones y control de inversiones".

Este marco estratégico explica por qué:

- Rheinmetall, Airbus y Hensoldt buscan activamente socios tecnológicos (cumplimiento del *Handlungsfeld 4.7*: "cooperación europea")
- La Bundeswehr prioriza consorcios europeos sobre proveedores únicos
- Los contratos de drones incluyen cláusulas de transferencia tecnológica y localización industrial
- *Start-ups* como Helsing, Quantum Systems y Stark reciben fuerte respaldo gubernamental (protección de *Schlüsseltechnologien* emergentes)

[Rheinmetall](#)

El mayor fabricante de armas de Alemania ha reconocido que no puede dominar por sí solo todas las tecnologías emergentes. En junio de 2025, [Rheinmetall anunció una alianza estratégica con la empresa estadounidense Anduril Industries](#) para desarrollar conjuntamente drones y motores cohete para clientes europeos, con el objetivo de ampliar la gama disponible de sistemas de misión autónomos.

La colaboración incluye el desarrollo de variantes europeas del [Barracuda](#) de Anduril, un dron autónomo de bajo coste y producción en masa, y del [Fury](#), un dron multirrisión de alto rendimiento del Grupo 5, ambos capaces de propulsar misiles. Los drones autónomos de Anduril [se integrarán en la plataforma digital Battlesuite](#) de Rheinmetall que conecta los sistemas de armas.

Para Anduril, este es el momento propicio para comenzar a expandir su alcance en Europa. La empresa de tecnología de defensa recaudó [2.500 millones de dólares](#) en su última ronda de financiación, tras un año estelar en el que obtuvo un contrato con la Fuerza Aérea de EE. UU. para construir y volar un prototipo de Aeronave de Combate Colaborativa basada en su dron Fury.

Durante el año 2025, Rheinmetall presentó su plataforma digital [Battlesuite](#), que se factura como un centro central para "interconectar a todos los actores y sistemas". [Battlesuite](#) se basa en un sistema operativo llamado Tactical Core desarrollado por la empresa alemana [blackned GmbH](#), que Rheinmetall amplía con aplicaciones para integrar sus productos y los de sus socios estratégicos.

Rheinmetall + [Auterion](#)

En diciembre de 2024, Rheinmetall y Auterion, el proveedor líder de sistemas operativos para drones, [firmaron un acuerdo](#) para desarrollar componentes estandarizados basados en *software* para sistemas de drones no tripulados. Los dos socios están combinando su experiencia para crear un estándar de la industria militar para controlar y operar sistemas de drones aéreos, terrestres y navales no tripulados.

Hay más de doscientos sistemas aéreos no tripulados diferentes en Ucrania. Esto hace que el entrenamiento militar sea muy costoso y requiera mucho tiempo, y no se garantiza la interoperabilidad del sistema. La cooperación con Auterion y el desarrollo de un sistema operativo homogéneo permite el despliegue escalable de sistemas no tripulados, no habiendo necesidad de capacitación de usuarios dependiente del sistema ni de integración específica del sistema en una red de sistema general en el futuro.

Lorenz Meier, CEO de Auterion defiende que [AuterionOS](#) permite al cliente combinar todos los drones en una base común e integrar diferentes fabricantes en una arquitectura común. La asociación permitirá a los países de la OTAN operar drones juntos, utilizando un sistema operativo común, similar a lo que Microsoft Windows significó para los usuarios de computadoras cuando se lanzó en los años 80.

[Airbus Defence and Space](#)

El gigante aeroespacial europeo ha formado una [alianza](#) con la empresa estadounidense Kratos Defense and Security Solutions basada en el XQ-58A [Valkyrie de Kratos](#), una aeronave de combate colaborativa no tripulada (UCCA) probada en vuelo, que estará equipada con un sistema de misión fabricado por Airbus, listo para el combate para la Fuerza Aérea Alemana para 2029.

El [XQ-58A](#) es un dron lanzado por riel de baja observabilidad con un peso máximo de despegue de tres toneladas. Está diseñado para entregar efectos cinéticos y no cinéticos, ya sea en misiones autónomas o empleado con aviones de combate capaces de trabajar en equipo. El prototipo ha estado en desarrollo durante años y es capaz de recorrer 3.000 millas a una altitud de hasta 45.000 pies.

El portavoz de Airbus dijo que el XQ-58A de enfoque europeo no se está ofreciendo para el programa Electronic Combat Wingman. En cambio, al usar una "plataforma probada" en el Valkyrie, se empareja con sistemas de misión desarrollados por Airbus¹³.

Airbus + [Helsing](#): Wingman Concept

En junio de 2024, Airbus presentó un concepto de dron "[loyal wingman](#)" furtivo llamado "Wingman". Michael Schoellhorn, CEO de Airbus Defence and Space, afirmó que "la Fuerza Aérea Alemana ha expresado una clara necesidad de una aeronave no tripulada que vuele con y apoye las misiones de sus aviones de combate tripulados antes de que el Sistema Futuro de Combate Aéreo (FCAS) esté operativo en 2040". El Wingman será impulsado por el mismo turbofán Eurojet EJ200 que el Eurofighter. El modelo conceptual, que mide 39 pies de ancho y 51 pies de largo, ha sido presentado oficialmente al público y al Canciller alemán Olaf Scholz en el ILA de Berlín.

Helsing, destaca el procesamiento de datos de sensores, la optimización de subsistemas y el cierre del ciclo a nivel de sistema.

La siguiente tabla desglosa las ventas de las principales empresas alemanas del sector:

Empresa	Ventas Totales 2024 (millones EUR)	Ventas Sector Drones Estimadas 2024 (millones EUR)	Ubicación	Notas
Rheinmetall	1.726 (División Electrónica)	120-140 ¹⁴	Düsseldorf	División Electrónica creció 31% en 2024

¹³ [Bundeswehr orders 600 Skylanders: Comprehensive analysis of the new air defense system](#)

¹⁴ El CEO de Rheinmetall, Armin Papperger, proyectó ingresos de drones de solo 120-140 millones EUR en el corto plazo, muy por debajo del objetivo de 1.000 millones EUR para 2030, advirtiendo que el mercado de drones militares podría convertirse en "la mayor burbuja del sector defensa" debido a pedidos gubernamentales insuficientes. Esto contrasta con el optimismo de las *start-ups* financiadas con capital riesgo.

Quantum Systems	124,4	115 (principalmente ISR)	Gilching/Munich	Ingresos reportados, objetivo >200M EUR 2025
Helsing	n/d	n/d (inicio comercial)	Múnich	Valoración 12.000M EUR, inicio producción masiva
Stark Defense Solutions	n/d	n/d (fundada 2024)	Berlín	Financiación 62M USD, valoración 500M USD
TYTAN Technologies	n/d	n/d (inicio 2025)	Múnich	Contrato multimillonario firmado octubre 2025

4.2. El auge de las *start-ups* de "DefenseTech"

Desde 2022–2025 el ecosistema europeo (y en particular el alemán) ha vivido un crecimiento acelerado en empresas de *defence tech* —*start-ups* que combinan *software* de autonomía, inteligencia artificial, y plataformas aéreas no tripuladas— impulsadas por mayor financiación privada, demanda militar por sistemas de bajo coste y la guerra en Ucrania como banco de pruebas operativo.

Frente al modelo clásico de desarrollo centralizado y en plazos largos, emerge una nueva capa de actores tecnológicos —*start-ups*, integradores ágiles y proveedores dual-use— que aportan soluciones modulares, interoperables y listas para campo en plazos significativamente inferiores.

Este fenómeno no constituye únicamente un relevo generacional, sino la aparición de una **nueva base industrial descentralizada** que introduce capacidades autónomas, inteligencia artificial táctica, sensores distribuidos y plataformas de ataque de bajo coste.

A continuación, se presenta un mapa ampliado de los actores clave, su propuesta tecnológica y su estado reciente.

Start-ups Estratégicas por Rol en la Cadena de Valor¹⁵

Capa Funcional	Empresas Destacadas	Rol Estratégico	Nivel de Integración
Sensor & EW Layer (Detección, interferencia, fusión de señales)	Dedrone, Rohde & Schwarz EW, Hensoldt Xpeller	Sistemas C-UAS basados en detección multi-espectro y guerra electrónica	Integradas en soluciones combinadas con Rheinmetall, TYTAN y Skynex

¹⁵ Un mayor desglose de las empresas se encuentra en el [Anexo 6.3](#)

C2 / Software / Autonomía	Auterion, Helsing, Halcyon Defence Systems	Sistemas operativos para enjambres, fusión de datos, control táctico autónomo	Backbone de Rheinmetall Battlesuite, Rheinmetall+Auterion OS, Airbus Mission Systems
Plataformas (Aéreas, terrestres, marítimas)	Quantum Systems, Microdrones, Germandrones, ARX Robotics	Drones ISR, transporte o ataque; UGV modulares	Uso directo por Bundeswehr y fuerzas especiales aliadas
Efecto Cinético / Neutralización (Hard/Soft Kill)	TYTAN, ARX Robotics, Anduril Industries, Helsing (HX-1/HX-2)	Interceptores autónomos, sistemas de ataque Deep-Strike	Colaboraciones sensor-to-shooter con Dedrone, Rheinmetall, Airbus

Helsing (AI & plataformas aéreas) se ha consolidado como uno de los actores europeos más financiados en *defense tech*, convirtiéndose en la *start-up* más valiosa alemán (evaluada por encima de los 1.000 millones EUR). Comenzó como empresa de IA especializada en autonomía para UAS y ha acelerado su integración vertical mediante adquisiciones estratégicas (ej. Grob Aircraft SE), lo que le permite ahora combinar *stack* de autonomía, diseño y fabricación de aeronaves. Helsing ha anunciado programas de UCAV (CA-1 “Europa”) y familias de drones de ataque (HX-1, HX-2) orientados a misiones autónomas, *swarm* y empleo cooperativo con aviones tripulados. Sus inversiones y *roadmap* sitúan a la empresa entre las candidatas a ofrecer soluciones “nacionales” con cadena de suministro europea.

Con base en EE. UU. y Múnich, **Auterion** es el proveedor de un ecosistema de software para UAS (AuterionOS, Skynode y herramientas de gestión de flotas). Su ventaja competitiva es un *open/secure autonomy stack* que facilita interoperabilidad entre fabricantes. La asociación estratégica con Rheinmetall (diciembre de 2024) busca estandarizar componentes de software para plataformas aéreas, terrestres y navales, reduciendo la fricción en despliegues multinacionales y la necesidad de entrenamientos dependientes de marcas. Auterion posiciona su SO como el «sustrato» que permite operar enjambres y orquestar distintas plataformas en una arquitectura común.

Quantum-Systems, con base en Múnich/Gilching, es un fabricante europeo de UAS que ha acumulado experiencia operativa en Ucrania proporcionando plataformas ISR y sistemas de alafija/multirrotor convertibles. Ha mostrado capacidad para desplegar soluciones en condiciones operativas reales, además de participar activamente en ferias como XPONENTIAL (donde realiza demos en vivo). En 2025 la compañía aceleró rondas de inversión y amplió su cartera con plataformas de mayor alcance y capacidades ASW/anti-drone. Opera además en colaboración con ARX Robotics para soluciones mixtas aire-tierra.

Dedrone (counter-UAS / sensor fusion), ahora parte de Axon, aunque orientada inicialmente al mercado de seguridad civil, Dedrone es un actor relevante en contramedidas y

detección/monitorización de espacio aéreo no tripulado mediante fusión de sensores y AI. Ha cerrado alianzas técnicas con proveedores europeos y participa en proyectos de defensa y seguridad para detectar, clasificar y coordinar respuesta ante drones hostiles. Su plataforma es un ejemplo de la capa de “C2/monitorización” que complementa las capacidades ofensivas.

Start-ups como [Stark Defence \(Alemania\)](#) han ganado visibilidad por la entrega a Ucrania de municiones de tipo *loitering* (Kamikaze drones). Estas empresas muestran la especialización en un segmento de alta demanda (municiones autónomas de coste contenido), y han iniciado procesos de escalado productivo y búsqueda de certificación para mercados europeos y militares.

Surgen además proveedores especializados en interceptores (interceptor drones autónomos tipo “Group 3/4”), integradores de misión y proveedores de guerra electrónica. Ejemplos de colaboración reciente incluyen alianzas tecnológicas entre empresas de detección (Dedrone) y fabricantes de interceptores (p. ej. [TYTAN](#)) para integrar detección con capacidad cinética o cinética-limitada de neutralización.

Este nuevo triángulo industrial —Detección / Autonomía / Neutralización— marca la transición alemana desde modelos de defensa pasiva hacia capacidades activas de respuesta autónoma.

Por último, en Alemania existen múltiples **empresas “industrial/dual-use”** que cubren sensores, *software* de misión, LiDAR y plataformas para uso civil y militar ([Microdrones](#), *Germandrones*, *droneparts*, etc.). Aunque su foco primario es comercial (topografía, inspección), muchas actúan como proveedores de sensores y subsistemas para integradores de defensa.

5. Oportunidades para empresas españolas en el mercado alemán

5.1. ¿Por qué Alemania y por qué ahora?

Alemania se encuentra en medio de una transformación histórica de su política de defensa, la **"Zeitenwende"** (cambio de era), respaldada por un fondo especial de **100.000 millones de euros**. El país ha pasado de ser uno de los mercados más reacios y lentos de Europa a uno de los más urgentes y con mayor financiación. Para una empresa extranjera, esto no solo significa oportunidades de venta, sino también la posibilidad de convertirse en un socio estratégico en la reconstrucción de las capacidades de defensa alemanas. La feria Xponential es el principal punto de contacto para capitalizar este momento único.

Antes de analizar los programas específicos, es crucial entender el nuevo paradigma del Ministerio de Defensa alemán:

1. La Bundeswehr está abandonando su tradicional búsqueda de la "solución 100 % perfecta" que tarda décadas en desarrollarse. Ahora busca activamente soluciones **maduras, probadas en el campo y disponibles a corto plazo (el 80 % de la solución ahora es mejor que el 100 % en diez años)**.
2. Las grandes empresas alemanas ("prime contractors") como Rheinmetall y Airbus **no tienen todas las capacidades internamente**. Están buscando activamente socios tecnológicos, como demuestran sus alianzas con empresas de EE. UU. (Anduril, Kratos, Auterion). **El mercado alemán está abierto a la colaboración para llenar sus lagunas tecnológicas**.
3. El valor estratégico ya no está solo en la plataforma (el dron), sino en su "cerebro". Los sistemas de mando y control (C2), la fusión de sensores por IA, la navegación en entornos sin GPS y las comunicaciones seguras son las áreas de mayor interés.
4. Cualquier tecnología que pueda demostrar su fiabilidad o relevancia en el contexto del conflicto ucraniano obtiene una credibilidad inmensa y acelera su consideración por parte de los evaluadores alemanes.

5.2. Análisis de brechas de capacidad (Fähigkeitslücken)

El Ministerio Federal de Defensa alemán ha reconocido públicamente la existencia de brechas estructurales en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, especialmente desde el inicio de la guerra en Ucrania.

Una **primera brecha** corresponde a la **necesidad de incorporar munición merodeadora de bajo coste con capacidad de producción escalable**. Alemania evalúa actualmente sistemas nacionales como el Helsing HX-2 o el Stark OWE-V, pero su capacidad industrial es insuficiente para alcanzar los objetivos operativos fijados para 2029, que superan los dos millares de unidades. La Bundeswehr requiere plataformas con navegación autónoma en entornos degradados, cargas útiles de entre tres y cinco kilogramos y precios unitarios inferiores a 50.000 euros para asegurar la sostenibilidad en conflictos de alta intensidad. **Oportunidades** en guiado inercial, fabricación seriada de componentes aeronáuticos y adaptación civil-militar de tecnologías duales, lo que habilita posibles esquemas de codesarrollo con institutos alemanes como Fraunhofer o DLR bajo fórmulas de producción conjunta.

La **segunda brecha**¹⁶ afecta a los **sistemas de defensa contra drones (C-UAS)**, donde los enfoques tradicionales basados en misiles han demostrado ser económicamente inviables frente a enjambres de dispositivos de bajo coste.

La industria alemana de defensa en sistemas C-UAS presenta una clara orientación hacia soluciones cinéticas *hard-kill*, destacando principalmente el sistema Skyranger 30 de Rheinmetall, que combina armamento de alta precisión y misiles superficie-aire. Si bien estos sistemas ofrecen alta efectividad contra drones individuales, presentan limitaciones significativas en entornos urbanos o situaciones con restricciones de daño colateral debido a su naturaleza física y cinética, además de ser económicamente poco viables frente a amenazas de bajo coste y producción masiva. Esta realidad evidencia una brecha estratégica en la que las soluciones basadas en guerra electrónica no cinética, perturbación electromagnética y medidas pasivas tienen un espacio relevante para su introducción.

España, por su parte, brinda oportunidades destacadas en estas áreas con capacidades muy avanzadas. Empresas como INDRA desarrollan sistemas C-UAS *soft-kill* como el sistema LANZA, que utiliza perturbaciones electromagnéticas selectivas y detección mediante fusión multisensorial, permitiendo la neutralización de drones sin daño físico ni riesgos colaterales, ofreciendo una solución compatible con normativas y reglas de enfrentamiento modernas. Además, ARQUIMEA aporta la familia de municiones merodeadoras Q-SLAM, dron-*kamikaze* con alta precisión y bajo impacto colateral, validado operacionalmente y con potencial para integración modular en plataformas aéreas existentes de Alemania.

¹⁶ Ver más información en los Anexos [6.4](#) y [6.5](#).

Adicionalmente, la defensa pasiva frente a micro y nanodrones representa un ámbito en crecimiento donde la industria española puede aportar soluciones innovadoras, como redes metálicas anti-drone para protección perimetral, sistemas de saturación electromagnética volumétrica y camuflaje multi-espectral para reducir detectabilidad, áreas aún poco desarrolladas en Alemania. Esta complementariedad entre la fuerte base cinética alemana y las capacidades *soft-kill* y pasivas españolas permite plantear arquitecturas de defensa multicapa resilientes y económicamente eficientes que responden a las complejidades tácticas actuales y futuras derivadas del conflicto ucraniano.

Una **tercera brecha** significativa se refiere al **despliegue masivo de nano-drones y mini-UAS tácticos** para unidades de nivel escuadra o pelotón. El objetivo declarado de alcanzar más de 4.000 unidades antes de 2029 contrasta con la dependencia actual de proveedores comerciales como DJI, cuya utilización genera dudas de soberanía tecnológica y ciberseguridad. La sustitución progresiva por plataformas europeas exige no solo diseño propio, sino capacidad de fabricación en serie con precios unitarios por debajo de los 5.000 euros. **Oportunidades** para fabricantes especializados en plataformas ligeras, sensores miniaturizados y sistemas de navegación autónoma, susceptibles de integrarse mediante acuerdos de ensamblaje final en territorio alemán en cooperación con distribuidores que ya operan bajo los marcos de adquisición del Bundeswehr.

En el **ámbito del mando y control**, la guerra en Ucrania ha evidenciado la vulnerabilidad de los enlaces tradicionales frente a interferencias electrónicas. Alemania busca arquitecturas C2 descentralizadas basadas en redes malladas (*mesh networking*), enlaces de baja probabilidad de interceptación y sistemas de gestión de enjambres bajo estándares OTAN. La colaboración con institutos como Fraunhofer FKIE o IOSB permitiría que dichas capacidades se integrasen en programas financiados por el Fondo Europeo de Defensa bajo esquemas de cooperación estructurada. **Oportunidades** como proveedores consolidados de comunicaciones tácticas, sistemas de gestión de misión e infraestructuras digitales seguras, incluyendo soluciones basadas en *edge computing* y ciberresiliencia certificada.

La **quinta brecha** afecta al **entrenamiento operativo**. El salto de una flota de 600 a más de 8.000 plataformas exige la formación simultánea de miles de operadores, mandos e instructores, lo que sitúa la capacitación como un elemento de capacidad de combate, no como un complemento. **Oportunidades** en simuladores militares, entrenamiento virtual de fuerzas terrestres y sistemas basados en láser para instrucción anti-drone, lo que permite articular propuestas de centros de entrenamiento en suelo alemán operados en régimen de contrato llave en mano o consorcio bilateral.

Por último, la sostenibilidad operativa de una flota UAS a gran escala requiere infraestructuras de mantenimiento, reacondicionamiento y logística de repuestos que actualmente no existen en Alemania para este tipo de sistemas. Las lecciones extraídas del frente ucraniano muestran tasas de desgaste superiores al 30 por ciento mensual, lo que obliga a disponer de centros regionales de reparación rápida y sistemas de monitorización predictiva. **Oportunidades** para empresas que

demuestren experiencia en contratos de ciclo de vida completo (PBL), en sectores como aeronáutica o ferroviario, incluyendo la gestión de flotas complejas, el análisis de fallo asistido por inteligencia artificial y la reconversión modular de plataformas obsoletas. Este enfoque puede replicarse en territorio alemán mediante la creación de polos logísticos en Baviera o Renania del Norte-Westfalia que aseguren continuidad operativa mientras garantizan retorno industrial local.

5.3. Enfoque estratégico para Xponential 2026

El mercado alemán de drones es, en 2025, un mercado de oportunidades sin precedentes, pero exige una estrategia dual:

- **Para el mercado civil y de seguridad pública**, su propuesta debe centrarse en el cumplimiento de la **normativa EASA**, la **seguridad** y la **integración en el U-Space**.
- **Para el mercado militar**, su propuesta debe posicionarse como una **solución rápida y probada para cerrar una "brecha de capacidad"** específica, idealmente en colaboración con un socio industrial alemán (ya sea tradicional o una *start-up*).

XPONENTIAL Europe (Düsseldorf, 18-20 febrero 2025 - próxima edición probablemente febrero 2026) se ha consolidado como la plataforma líder en Europa para sistemas no tripulados, organizada en colaboración con UAV DACH (Asociación Alemana de Aviación No Tripulada).

¿[Por qué XPONENTIAL Europe](#) es el punto de entrada óptimo?

1. Se dan cita más de 200 empresas alemanas participan, incluyendo todos los actores clave (Rheinmetall, Airbus, Hensoldt, Helsing, Quantum Systems, *start-ups* emergentes)
2. El Ministerio de Defensa alemán (BMVg), la Bundeswehr, y agencias de adquisición (BAAINBw) tienen stands oficiales y organizan sesiones de *networking*
3. Celebración de la European Drone Forum, conferencia paralela organizada por UAV DACH que reúne reguladores nacionales y europeos (EASA, EUROCAE)
4. Coincide con el periodo de adjudicación de contratos críticos (Skyranger fase 2, esperada a finales 2025, y múltiples RfPs previstos para 2025-2026)

Para las empresas españolas de defensa y tecnología, XPONENTIAL Europe y su red asociada ofrecen posicionarse estratégicamente en Alemania a través de distintos modelos de entrada que combinan cooperación industrial, transferencia tecnológica y participación en programas financiados.

El **primer modelo**¹⁷ de entrada corresponde a la alianza con un **contratista principal alemán o Prime Contractor**, como Rheinmetall, Airbus Defence o Hensoldt. Este enfoque permite a las empresas españolas convertirse en proveedores de subsistemas o tecnologías críticas integradas en los programas de la Bundeswehr ya en ejecución. La principal ventaja radica en el acceso inmediato a contratos marco sin necesidad de someterse a un proceso de calificación individual ante las autoridades alemanas, reduciendo el riesgo operativo y financiero, ya que el contratista principal asume la responsabilidad contractual y regulatoria. Este modelo, sin embargo, implica márgenes más reducidos y una visibilidad limitada ante el cliente final, al depender el éxito del desempeño del contratista líder. Ejemplos recientes como la [colaboración entre Auterion y Rheinmetall](#) para el desarrollo del [sistema operativo AuterionOS](#) muestran la eficacia de esta vía, combinando la capacidad de integración de un gran contratista con la agilidad tecnológica de un socio especializado. Para las empresas españolas, la clave del éxito reside en identificar un valor tecnológico complementario —por ejemplo, en sistemas de navegación, guiado o inteligencia artificial embarcada— y en establecer un contacto directo con los departamentos de desarrollo de los primes, presentando demostraciones técnicas en suelo alemán y negociando acuerdos de codesarrollo con financiación compartida en el marco de programas europeos de defensa.

Un **segundo modelo** de entrada de creciente relevancia consiste en la **alianza con start-ups alemanas de alto crecimiento**, como [Helsing](#), [Quantum Systems](#), [Stark](#) o [TYTAN Technologies](#), que representan el núcleo innovador del ecosistema de defensa germano. Estas empresas, **respaldadas por capital riesgo y con fuerte apoyo político e institucional**, buscan socios industriales capaces de escalar su producción o aportar componentes críticos. A diferencia de los grandes contratistas, las *start-ups* ofrecen ciclos de decisión más cortos, mayor visibilidad mediática y oportunidades de participación accionarial. No obstante, su carácter emergente implica mayor volatilidad y riesgo de ejecución. El caso de [Helsing y su cooperación con un socio ucraniano para validar el dron HX-2](#) ilustra cómo una colaboración tecnológica estratégica puede acelerar la entrada en programas operativos y multiplicar el valor de mercado. Para las empresas españolas, el enfoque óptimo consiste en ofrecer un valor añadido tangible —reducción de costes, acceso a mercados internacionales o integración tecnológica avanzada— y desarrollar pilotos conjuntos de corta duración que permitan consolidar una relación de confianza antes de formalizar acuerdos de participación o suministro.

El **tercer modelo** se articula a través de la participación en **programas europeos de I+D con liderazgo alemán**, especialmente bajo el marco del European Defence Fund (EDF) y su predecesor el EDIDP. Estos programas **financian entre el 40 % y el 80 % de los costes de desarrollo** y constituyen una plataforma privilegiada para establecer relaciones de cooperación con actores institucionales y tecnológicos alemanes como Fraunhofer, Airbus o Rheinmetall. La integración en consorcios de este tipo ofrece legitimación institucional y acceso a una red

¹⁷ "la mejor vía es alianza con prime contractor", no será una opinión, sino una **consecuencia lógica** de la clasificación de UAS como *Schlüsseltechnologie* europea", según La Estrategia de Industria de Seguridad y Defensa – [Schlüsseltechnologien](#)

estructurada de socios europeos, si bien exige una gestión administrativa compleja y tiempos de maduración largos, de hasta dos años entre convocatoria y adjudicación. Las [convocatorias actuales del EDF](#) incluyen líneas específicas sobre sistemas no tripulados y aplicaciones de inteligencia artificial, con una dotación de 150 millones de euros en 2025. Además, el marco bilateral Alemania-España, firmado en 2022 en el contexto de la [Cooperación Estructurada Permanente \(PESCO\)](#), abre oportunidades de proyectos conjuntos de defensa avanzada. La participación española requiere una preparación estratégica que combine el registro en el portal de licitaciones europeo, la identificación de consorcios liderados por entidades alemanas y la presentación de compromisos formales de colaboración mediante cartas de adhesión y propuestas técnicas bien definidas.

Por último, **el cuarto modelo**, más ambicioso y exigente, contempla la **entrada directa como proveedor calificado de la Bundeswehr**. Este enfoque permite operar con independencia de intermediarios y maximizar márgenes y control, pero supone una barrera de entrada significativamente más alta. La calificación exige certificaciones de seguridad y calidad conforme a las normativas del [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik \(BSI\)](#), por ejemplo, [MODELL XT para desarrollo de software de defensa](#), el cumplimiento con los estándares de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) y presencia jurídica en Alemania mediante una filial o sucursal registrada. El proceso, que puede extenderse entre doce y dieciocho meses (de media), implica la preparación de documentación técnica completa en alemán, la obtención de certificaciones ISO 9001 e ISO/IEC 27001, y el registro en los portales de licitaciones del Ministerio Federal de Defensa. La entrada directa resulta **especialmente viable** en los segmentos de microdrones comerciales, servicios de mantenimiento logístico y simulación y entrenamiento, donde la concentración del mercado es menor y la Bundeswehr ha optado por externalizar crecientemente funciones de soporte operativo. Para las empresas españolas con productos ya validados o con capacidad industrial consolidada, este modelo puede constituir una vía de posicionamiento estructural a medio plazo en el mercado alemán de defensa no tripulada.

En conjunto, la combinación de estos modelos ofrece a la industria española un abanico de estrategias adaptables al nivel de madurez tecnológica, capacidad industrial y apetito de riesgo de cada empresa.

6. Anexos

6.1. Tabla Comparativa: Alineación entre Sistemas de Clasificación de drones

Para facilitar la navegación entre los diferentes sistemas regulatorios y operativos, esta tabla¹⁸ mapea equivalencias aproximadas entre las clasificaciones NATO, DoD y EASA, incluyendo pesos representativos, aplicaciones principales y ejemplos concretos del mercado alemán.

NATO Class	Subcategoría NATO	DoD Group	EASA Class	Peso Representativo	Aplicación Militar Principal	Aplicación Dual-Use	Ejemplos Mercado Alemán
Class I	Micro	Group 1	C0	<250 g	Reconocimiento inmediato pelotón	Fotografía recreativa, formación	Black Hornet 3/4 (Bundeswehr)
	Mini	Group 1	C1-C2	250g - 4kg	Vigilancia compañía/batallón	Inspección industrial, agricultura	DJI Matrice 30, Autel Evo Max 4T (marcos Bundeswehr)

¹⁸ Estas no son correspondencias exactas, ya que cada sistema responde a necesidades diferentes (operativa militar versus seguridad aérea civil). Los sistemas superiores a 25 kg o de uso exclusivamente militar quedan "fuera de categoría abierta" bajo regulación EASA, requiriendo procedimientos de autorización en Categoría Específica o Certificada. Las municiones merodeadoras (*loitering munitions*) no encajan claramente en sistemas tradicionales; la Bundeswehr las trata como armamento guiado bajo responsabilidad de la Dirección K (Armas y Munición) de BAAINBw, no como UAS convencionales.



	Small	Group 2	C3	4-25 kg	ISR batallón/regimiento	Topografía, gestión emergencias	ALADIN (legacy), sucesores MIKADO II
Class II	Tactical	Group 3	Fuera categoría abierta	25-600 kg	ISR brigada/división, retransmisión	Vigilancia fronteriza, búsqueda-rescate marítimo	LUNA NG (Rheinmetall), Vector (Quantum Systems)
Class III	MALE	Group 4-5	Fuera categoría abierta	>600 kg	ISR operacional/teatro, ataque preciso	Vigilancia marítima estratégica	Heron TP (IAI)
	HALE	Group 5	Fuera categoría abierta	>600 kg	ISR estratégico, SIGINT	Investigación atmosférica, telecomunicaciones	RQ-4 Global Hawk (USAF, no operado Bundeswehr)
	Strike/Combat	Group 5	Fuera categoría abierta	>600 kg	Ataque profundo, CAS	No aplicable (exclusivamente militar)	MQ-9 Reaper (USAF/RAF, no operado Bundeswehr)

La heterogeneidad de sistemas UAS implica que no existe una estrategia única para abordar el mercado alemán de drones militares. Basándose en estas clasificaciones, el mercado puede segmentarse en cinco submercados diferenciados: nano y mini-UAS (Class I Micro/Mini, objetivo Bundeswehr de 4.228 unidades para 2029), small UAS tácticos (Class I Small/Group 2, programas MIKADO II y FALKE), tactical UAS medianos (Class II, programa LUNA NG por 200 millones EUR), sistemas MALE/HALE (Class III, programa Heron TP por 630 millones EUR), y municiones merodeadoras con sistemas C-UAS (objetivo de 2.630 sistemas para 2029).

6.2. Regulación alemana de drones: marco comercial, militar y transposición del derecho europeo

El 11 de junio de 2019 se publicaron las normas comunes europeas sobre drones: el **Reglamento Delegado (UE) 2019/945** de la Comisión (sobre requisitos técnicos para drones) y el **Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947** de la Comisión (sobre normas y procedimientos para la operación de aeronaves no tripuladas). Estos reglamentos garantizan que las operaciones de drones en toda Europa sean seguras, protejan la privacidad de los ciudadanos de la UE y permitan la libre circulación de drones en un mercado nivelado dentro de la Unión Europea.

El reglamento entró en vigor veinte días después de su publicación, pero su aplicación se produjo gradualmente a partir del 1 de julio de 2020 y del 31 de diciembre de 2020, para dar tiempo a los Estados miembros y operadores a prepararse e implementarlo.

El reglamento define tres categorías de operaciones de drones basadas en el riesgo asociado a cada tipo de vuelo:

1. **Categoría abierta (Open category):** Operaciones de bajo riesgo que no requieren autorización previa de la autoridad competente ni declaración del operador. Dado el bajo nivel de riesgo, estas operaciones pueden realizarse sin autorización previa. Esta categoría se subdivide en:
 - **A1:** Vuelos sobre personas no involucradas.
 - **A2:** Vuelos cerca de personas no involucradas (mínimo 30 metros de distancia horizontal).
 - **A3:** Vuelos lejos de personas no involucradas (mínimo 150 metros).
2. **Categoría específica (Specific category):** Operaciones de riesgo medio que requieren una autorización operacional emitida por la autoridad nacional competente, con ciertas excepciones como las operaciones realizadas bajo "escenarios estándar" predefinidos (Standard Scenarios - STS).
3. **Categoría certificada (Certified category):** Operaciones de alto riesgo que requieren que el dron esté certificado de acuerdo con el Reglamento Delegado (UE) 2019/945, así como la certificación del operador y, cuando corresponda, la licencia del piloto remoto.

Transposición al derecho alemán

Alemania integró las normas de la UE en su marco legal nacional mediante enmiendas a la **Luftverkehrsgesetz** (Ley de Tráfico Aéreo) y la **Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO)** (Ordenanza de Tráfico Aéreo).

Muchas normas alemanas específicas anteriores fueron derogadas o ajustadas en 2021 para evitar conflictos con la legislación de la UE. Los párrafos 21a - 21f de la Ordenanza de Tráfico Aéreo alemana (LuftVO), que entraron en vigor el 7 de abril de 2017, regulan el manejo de drones en Alemania, indicando los diferentes requisitos que deben seguir los pilotos recreativos y comerciales según el tipo de dron utilizado, el propósito y el lugar del vuelo.

Las licencias alemanas de drones según §21d LuftVO perdieron su validez el 31 de diciembre de 2023. Los drones sin clasificación estándar de la UE solo pudieron operarse en la categoría abierta bajo ciertas condiciones hasta el 31 de diciembre de 2022. A partir del 1 de enero de 2024, solo los drones con clasificación C pueden utilizarse en la categoría específica.

Requisitos principales para operadores en Alemania

1. Registro obligatorio

Desde el 31 de diciembre de 2020, todos los operadores de drones cuyo aparato tenga una cámara o pese más de 250 gramos deben registrarse en la **Luftfahrt-Bundesamt (LBA)** (Oficina Federal de Aviación alemana). Los costes son una tarifa única de 20 € para personas físicas y 50 € para personas jurídicas. En la práctica, esto significa que básicamente todo propietario de un dron está obligado a registrarse. Si ya está registrado como operador de drones en otro Estado miembro de acuerdo con el Reglamento de Drones de la UE, no necesita registrarse nuevamente en Alemania; el registro es válido en todo el ámbito del reglamento de la UE.

2. Certificados de competencia

Si desea volar un dron de más de 250 gramos en Alemania, las leyes alemanas de drones exigen obtener un certificado de drones de la UE. Existen dos niveles principales [EEAS](#):

- **Certificado A1/A3:** Para drones de 250 gramos o más (coste: 30-60 €).
- **Certificado A2:** Para vuelos en áreas edificadas con drones de hasta 2 kg (coste: 200-500 €).

A partir de 2025, los jóvenes a partir de 14 años pueden solicitar una licencia de drones en la categoría abierta, siempre que cumplan ciertos requisitos previos, lo que permite a los jóvenes adentrarse antes en el mundo de la tecnología de drones.

3. Seguro de responsabilidad civil

De acuerdo con el Reglamento de Drones de la UE, los operadores de drones también deben tener un seguro de responsabilidad civil apropiado para estar legalmente autorizados a volar drones en Alemania. A partir de noviembre de 2025, es obligatorio un seguro de responsabilidad civil para drones de más de 250 gramos.

Restricciones operacionales y zonas prohibidas

Los operadores de drones deben mantener la línea de visión visual (VLOS) con su dron en todo momento durante el vuelo. Esto significa que el dron debe permanecer visible para el operador sin ayuda de prismáticos u otros dispositivos visuales. La altura máxima de vuelo permitida en la categoría abierta es de 120 metros sobre el terreno.

Alemania tiene normas estrictas sobre dónde no se puede volar un dron. Las principales zonas de exclusión aérea y áreas restringidas incluyen:

- **Aeropuertos y aeródromos:** Está prohibido volar a menos de 1,5 kilómetros de aeropuertos o aeródromos a menos que se otorgue un permiso especial. Los operadores deben consultar con Deutsche Flugsicherung (DFS), la agencia de control de tráfico aéreo de Alemania, para obtener información del espacio aéreo en tiempo real antes de volar.
- **Áreas residenciales (privacidad):** Para proteger la privacidad, es ilegal volar sobre propiedades privadas residenciales con un dron equipado con cámara de más de 0,25 kg sin el consentimiento del propietario. En la práctica, esto significa que casi todos los drones con cámara no pueden volar sobre el patio trasero o la casa de alguien a menos que tenga permiso de los ocupantes.
- **Instalaciones críticas gubernamentales o de infraestructura:** Los drones deben mantenerse a 100 metros (horizontalmente) de una larga lista de instalaciones críticas, incluidos edificios gubernamentales, prisiones, instalaciones militares, plantas de energía, autopistas federales y ferrocarriles, embajadas y consulados, e instalaciones policiales.
- **Multitudes y áreas concurridas:** Volar sobre multitudes o grandes reuniones, como conciertos, festivales o eventos públicos, está estrictamente prohibido sin permiso especial.

Los drones volados de noche deben estar equipados con luces anticolidión visibles desde al menos 3 millas náuticas. Muchos drones modernos están equipados con tecnología de geocercado (*geofencing*) que automáticamente les impide ingresar al espacio aéreo restringido, como alrededor de aeropuertos o zonas militares.

Regulación militar: Nuevas facultades de defensa antidrones

En respuesta al aumento de incidentes de drones no autorizados sobre infraestructura crítica, Alemania ha adoptado medidas legislativas sin precedentes para otorgar capacidades de defensa antidrones (C-UAS) tanto a las fuerzas armadas como a la policía.

En enero de 2025, el Gabinete Federal de Alemania aprobó propuestas regulatorias para una **enmienda a la Ley de Seguridad de la Aviación** que otorgaría a las fuerzas armadas alemanas (Bundeswehr) la autoridad para "rechazar" drones que vuelen ilegalmente en caso de un accidente particularmente grave. Las fuerzas armadas intervendrían cuando las fuerzas policiales estatales,

que generalmente son responsables de la prevención de peligros, no sean técnicamente capaces de hacerlo y soliciten el apoyo apropiado.

Este cambio legislativo se produjo en respuesta directa a un aumento en la actividad sospechosa de drones alrededor de sitios militares e industriales sensibles en toda Alemania, incluida la base aérea estadounidense estratégicamente importante en Ramstein. Las autoridades alemanas han observado drones sofisticados capaces de velocidades superiores a 200 km/h, lo que sugiere que pueden ser sistemas de grado militar no disponibles en el mercado comercial.

En octubre de 2025, Alemania otorgó a la policía el **poder de derribar drones no autorizados** como los que han interrumpido aeropuertos en toda Europa. La nueva ley, acordada por el gabinete el 8 de octubre de 2025 y en espera de aprobación parlamentaria, autoriza explícitamente a la policía a neutralizar amenazas de drones mediante múltiples métodos: pulsos electromagnéticos, interferencia de GPS, interferencia de señales, interceptación física y derribarlos cuando representen un peligro agudo.

Se creará una unidad especializada antidrones dentro de la policía federal, según el Ministro del Interior Alexander Dobrindt, y los investigadores consultarán con Israel y Ucrania, ya que están más avanzados en tecnología de drones. La policía se ocupará de drones que vuelan aproximadamente a la altura de los árboles, mientras que los drones más potentes deberían ser abordados por el ejército.

6.3. Información ampliada de *Start-ups* de "DefenseTech"

El ecosistema alemán de defensa está siendo revolucionado por empresas tecnológicas jóvenes que combinan inteligencia artificial, *software* avanzado y capacidades de fabricación.

Helsing SE

Empresa alemana de tecnología de defensa con sede en [Múnich](#), fundada en 2021 por [Torsten Reil](#) (desarrollador de videojuegos), [Gundbert Scherf](#) (ex Ministerio de Defensa alemán) y [Niklas Köhler](#) (ingeniero de aprendizaje automático). La empresa ahora emplea alrededor de 600 personas en su sede de Múnich y en otras ubicaciones de Europa. En su última ronda de financiación completada en junio de 2025, Helsing fue valorada en 12.000 millones de euros, lo que la convierte en una de las *start-ups* más valiosas de Europa.

En junio de 2025, Helsing acordó adquirir al fabricante alemán de aviones ligeros [Grob Aircraft](#) de [H3 Aerospace](#), con el objetivo de integrar su IA y *software* con la fabricación de Grob para desarrollar aviones de reconocimiento y combate impulsados por IA. Grob Aircraft, con sede en Tussenhausen, Baviera, cuenta con alrededor de 275 empleados. La tecnología de aeronaves compuestas de la compañía garantiza diseños ligeros, duraderos y aerodinámicos, proporcionando una plataforma ideal para las capacidades de IA de Helsing.

Helsing y Grob Aircraft ya habían trabajado con éxito utilizando aeronaves Grob para apoyar el desarrollo del producto [Cirra](#) de Helsing, un algoritmo que se ejecuta a bordo de aeronaves de combate para la evaluación de amenazas de guerra electrónica en tiempo real.

El CA-1 Europa: un caza no tripulado autónomo

En septiembre de 2025, Helsing presentó el [CA-1 Europa](#), un vehículo aéreo de combate no tripulado ([UCAV](#)) autónomo, con la empresa apuntando a operaciones de primera línea para la aeronave en los próximos cuatro años. El CA-1 Europa estará equipado con el agente de IA [Centaur](#), un piloto de caza autónomo, y se encuentra en la clase de peso de tres a cinco toneladas, con aproximadamente 11 metros de largo y una envergadura de 10 metros, y un espacio interno para armas de hasta 500 kg.

Helsing describió al vehículo como un "estudio de diseño de tamaño completo" con el desarrollo de una plataforma de producción más madura apoyada por proveedores europeos. "Diseñado como un *jet multirol* autónomo que alcanza altas velocidades subsónicas, CA-1 Europa está diseñado para los requisitos de masa inteligente", agregó el comunicado de la compañía.

La plataforma está controlada de forma nativa por la pila de autonomía Centaur [AI pilot](#) de Helsing, que fue demostrada en junio de 2025 en el Saab [Gripen E](#) en pruebas de vuelo BVR en el mundo real. El avión en visión Helsing presenta misiones que incluyen ataque de

precisión profunda, guerra electrónica y supresión de defensas aéreas enemigas (SEAD), reconocimiento y recopilación de inteligencia, y operaciones de enjambre y trabajo en equipo tripulado-no tripulado ([MUM-T](#)).

El prototipo de tamaño completo, que pesa cuatro toneladas y está diseñado con cola en V y características de sigilo angulares, se someterá a sus primeros vuelos de prueba en 2027, con preparación operativa prevista para 2031.

Drones de ataque: HX-1 y HX-2

Los drones de munición merodeadora de Helsing, HF-1 y HX-2, utilizan IA y datos de mapas almacenados para navegar y apuntar sin necesidad de GPS. El software de reconocimiento-ataque integrado en los drones, llamado [Altra](#), puede combinar fuentes de datos de múltiples drones para cubrir un área más amplia e identificar objetivos, dando a los operadores tiempo adicional para evaluar la situación y tomar decisiones más precisas.

Inmunes a los interferidores convencionales, el HF-1 ha sido utilizado por el gobierno ucraniano en su defensa contra la invasión rusa de Ucrania. Ucrania contrató a Helsing para suministrar 4.000 HX-2 en septiembre de 2024. En febrero de 2025, Helsing anunció que se había encargado una fábrica en una ubicación no revelada en el sur de Alemania para la producción del dron, con una capacidad de producción actual de 450 drones por mes, que podría aumentarse a 1.000 unidades.

[Auterion](#)

Es el proveedor líder mundial de sistemas operativos y aplicaciones abiertas para drones aéreos, terrestres y navales, tanto en defensa como en sectores civiles. Su plataforma central, [AuterionOS](#), permite gestionar flotas de distintos fabricantes bajo un ecosistema unificado y altamente escalable, enfocándose en la interoperabilidad y la “defensa definida por software”. La compañía está dirigida por [Lorenz Meier](#), con sede en Arlington (Virginia) y centros de I+D en [Múnich](#), [Zúrich](#) y personal sobre el terreno en Kiev.

Auterion se ha consolidado como un socio estratégico del Departamento de Defensa estadounidense y de la Defense Innovation Unit (DIU), colaborando desde hace más de siete años en soluciones de autonomía, guerra electrónica y gestión de *swarms* en escenarios reales. Uno de los hitos más recientes es el despliegue en Ucrania de [de miles de “strike kits” Skynode](#) y la entrega de enjambres automáticos coordinados por IA capaces de operar incluso en entornos con GPS y comunicaciones interferidas.

El ecosistema Auterion incluye productos clave como la [unidad de misión Skynode X](#), un autopiloto y ordenador de misión integrado que transforma cualquier dron en plataforma autónoma, [Auterion Suite](#), para gestión integral en la nube y mantenimiento predictivo, y [Nemyx](#), la nueva solución de enjambres de ataque compatibles con drones de múltiples fabricantes. Estas capacidades han sido validadas en combate y están siendo utilizadas tanto por el [Pentágono](#) como por socios europeos

y asiáticos, lo que posiciona a Auterion como proveedor central de sistemas interoperables para grandes programas militares occidentales*.*

En la industria alemana y europea, Auterion ha sellado una alianza estratégica para el desarrollo de [estándar operativo común junto a Rheinmetall](#), garantizando la integración sencilla, *plug-and-play* y la reducción tanto de los costes de entrenamiento como del tiempo de despliegue. Además, [el programa Artemis](#) de largo alcance (mil millas) ha demostrado la capacidad de combinar *hardware* probado en combate y *software* modular para misiones de *strike* resistentes a la guerra electrónica en operaciones OTAN y aliadas. Gracias a su arquitectura abierta, Auterion colabora con múltiples contratistas de defensa (Lockheed Martin, Rheinmetall) y fabricantes de plataforma, lo que la sitúa como solución de referencia en la transición tecnológica europea hacia la interoperabilidad, la gestión de enjambres y la autonomía avanzada.

Quantum Systems

Es el fabricante alemán de referencia en el sector de drones tácticos, ha impulsado un modelo de expansión internacional diferenciado por su apuesta tecnológica y por la colaboración estratégica con grandes actores industriales y gobiernos europeos.

En abril de 2024, la compañía inauguró una planta de producción en Ucrania, con una inversión prevista de seis millones de euros y el respaldo institucional del Vicecanciller alemán [Robert Habeck](#) y el Ministro ucraniano Oleksandr Kamyshyn, lo que subraya el rol central de Quantum en el esfuerzo europeo por sostener la superioridad tecnológica frente a amenazas híbridas y convencionales. Esto ha permitido a la firma desplegar una red de fábricas distribuidas que produce mensualmente cerca de 80 unidades del dron [Vector](#), con el objetivo de alcanzar pronto 1.000 sistemas al año.

Quantum ha pasado a ser proveedor clave de la [Bundeswehr](#), con líneas de producto como el conocido FALKE (Vector en la designación militar alemana), seleccionado como sistema de reconocimiento táctico estándar de corto alcance y base para el escalado de doctrina C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance). El fabricante ha sido asimismo pionero en simuladores y formación, siendo [certificado como centro de entrenamiento oficial](#) de la aviación militar alemana y abriendo programas de “train-the-trainer” que permiten digitalizar el aprendizaje y multiplicar el número de operadores capacitados.

La alianza con otros grandes del sector alemán y europeo refuerza la proyección de Quantum. En marzo de 2025, Quantum [adquirió AirRobot](#), principal proveedor del programa MIKADO II de drones ligeros multirrotor de la Bundeswehr y “Tier-1 supplier” de Lockheed Martin en el programa TIQUILA británico, garantizando así la continuidad de las capacidades críticas para las fuerzas armadas alemanas y OTAN. Por otro lado, la cooperación tecnológica con [Airbus Defence & Space](#) se materializa en el desarrollo conjunto de [enjambres de drones coordinados por IA](#) (programa KITU

2), con pruebas de integración operativa en el C2 Fortion Joint de Airbus y aplicaciones tanto para el programa Future Combat Air System como para experimentación doctrinal germano-francesa.

Quantum no solo desarrolla productos propios, sino que innova con subsistemas y sensores embarcados: el sensor [WASP \(Weles Acoustic Sensor Payload\)](#) permite identificar artillería y armas ligeras a distancias superiores a los 15 km, y la inteligencia artificial integrada en el dron Vector y en el futuro Sparta FPV permite operación autónoma en entornos GNSS-denied y navegación colaborativa en enjambres de diferentes fabricantes. La producción y *know-how* ucraniano han permitido incorporar mejoras de campo específicas que mantienen los estándares industriales alemanes y demuestran la capacidad de adaptación de la compañía en zonas de conflicto abierto.

El ecosistema alemán de *DefenseTech* se está densificando rápidamente con *start-ups* especializadas en capas concretas de la cadena de valor, especialmente en los ámbitos de **intercepción, guerra electrónica, autonomía y robótica terrestre/marítima complementaria**.

Empresas de interdicción y defensa anti-dron

Empresa	Especialización	Posición en la cadena de valor	Integraciones / Alianzas
TYTAN	Interceptor autónomo tipo "kamikaze" para neutralización de drones hostiles (Group 2-4).	<i>Shooter layer</i> (capa de efecto cinético).	Colaboraciones con Dedrone y Hensoldt para integración con redes de detección.
Dedrone (Kassel)	Líder europeo en detección y clasificación de drones mediante RF + IA.	<i>Sensor layer / C2 (command & control)</i> .	<i>Software</i> integrado en sistemas de Rheinmetall, TYTAN e infraestructuras críticas.
Hensoldt (aunque no es start-up)	Radar de defensa aérea + EW (guerra electromagnética).	<i>Sensor fusion + EW</i> .	Proveedor de sensores para UAS, integra soluciones de <i>start-ups</i> en su arquitectura Xpeller.
DeDrone Tactical (spin-off militar de Dedrone)	Plataforma móvil con capacidades de <i>soft-kill</i> + <i>jamming</i> .	<i>Electronic warfare / soft kill</i> .	Integración con <i>software</i> de despliegue rápido para fuerzas especiales.

Integradores de misión autónoma (Terrestres, Marítimos y Aéreos)

Empresa	Tipo de plataforma	Valor añadido	Colaboraciones conocidas
ARX Robotics	Robots terrestres modulares UGV (para logística, ISR, despliegue de sensores o armas ligeras).	Sistema multitarea escalable para entornos GNSS-denied.	Pilotos con Bundeswehr y KMW.
Halcyon Defence Systems	<i>Software</i> de comando y control multi-plataforma.	Capa de integración entre UAS + UGV + sensores.	Compatible con drones de Quantum Systems y robots de ARX.
Unisphere (Stuttgart)	Gemelos digitales para operación autónoma de flotas aéreas.	Optimización energética / logística.	Uso dual en aviación civil, interés creciente en defensa.

Proveedores dual-use de sensores y plataformas

Empresa	Tecnologías clave	Uso primario	Participación en Defensa
Microdrones	Líder global en drones LIDAR para topografía.	Civil (infraestructuras).	Proveedor de <i>payloads</i> para drones ISR militares.
Germandrones	Plataformas VTOL de ala fija para misiones largas.	Civil/militar ISR.	Uso en vigilancia de fronteras y protección civil.
LiDAR Swiss / Riegl Alemania	Sensores LIDAR de alta precisión.	Industria / cartografía.	Integración en drones militarizados para <i>mapping</i> de objetivos.
Droneparts.de	Suministro modular de componentes UAS.	Mercado civil / industrial.	Apoyo logístico a integradores militares pequeños.

TYTAN es una empresa alemana con sede en Múnich especializada en el desarrollo de interceptores autónomos de alta tecnología para amenazas UAS (Unmanned Aerial Systems) de clase media y alta.

La compañía se ha consolidado como uno de los actores más innovadores del sector gracias a su apuesta por soluciones cinéticas inteligentes equipadas con inteligencia artificial, desarrollando interceptores capaces de neutralizar “Group 3 drones” según la clasificación OTAN, como los de tipo *Shahed* iraní incrementando notablemente la protección de infraestructuras críticas y fronteras para aliados de la OTAN.

En 2025, TYTAN ha firmado una alianza estratégica con [Dedrone by Axon](#). Supone la integración de interceptores cinéticos de fabricación europea en la plataforma de gestión autónoma DedroneTracker.AI, lo que proporciona una arquitectura completa capaz de detectar, identificar, seguir y neutralizar drones hostiles (es decir, cerrar el ciclo *kill-chain*) con unos tiempos de reacción de segundos. Esta sinergia ha permitido solucionar el “limbo operativo” de los drones de tamaño y coste intermedio que escapaban tanto al *hard-kill* tradicional como a las defensas *soft-kill* puras.

TYTAN ha presentado, junto a socios industriales, prototipos validados en entornos OTAN reales y se postula como uno de los proveedores clave en los próximos despliegues de capacidades anti-dron en países del flanco este europeo y Alemania. La empresa, impulsada por cofundadores provenientes de instituciones líderes como TUM, mantiene una marcada apuesta por la soberanía europea en sistemas *hard-kill* autónomos y la producción totalmente localizada en la UE.

[Dedrone](#) es una de las compañías líderes mundiales en defensa contra drones, con sede central en Kassel y oficinas en EE. UU., Reino Unido y Suiza. Reconocida como caso de éxito global en integración de inteligencia artificial en seguridad aérea, Dedrone ha generado un ecosistema propio basado en plataformas modulares, sensores multi-tecnología (RF, radar, óptico y acústico) y algoritmos de fusión multisensor con IA avanzada que virtualmente eliminan falsos positivos, gestionando más de [800 millones de detectados globales](#) y centenares de despliegues en infraestructuras críticas, aeropuertos, sedes diplomáticas y bases militares OTAN.

La plataforma [DedroneTracker.AI](#) se integra con sensores y efectores de diferentes proveedores, garantizando interoperabilidad e independencia. La compañía ha desarrollado, junto a Axon (líder mundial en sistemas de seguridad y defensa), una nueva generación de sistemas “hardware-agnostic” capaces de desplegarse tanto en entornos urbanos como en posiciones avanzadas o móviles, convirtiéndose en socio privilegio de ministerios de defensa en Europa, EE. UU., Oriente Próximo y Asia.

[Dedrone Tactical](#) es la división especializada de Dedrone creada específicamente para aplicaciones de defensa y fuerzas armadas. Nació como respuesta directa a los requisitos más exigentes de la OTAN y fue desarrollada “en colaboración directa con clientes federales estratégicos” para cubrir el ciclo completo de detección, seguimiento, identificación y derrota (*kill-chain*) de amenazas dron en entornos de combate y movilidad táctica como los del programa [Agile Combat Employment \(ACE\)](#).

El producto estrella, DedroneTactical Base Kit, integra sensores RF, capacidades de *jamming* y detección con radar y cámaras PTZ a través del módulo DedroneTracker.AI. Es una solución “*plug-and-play*”, transportable en *cases ruggedizados* y diseñada para despliegue y recogida en minutos, lo que permite a pequeños equipos operar un centro de combate anti-dron capaz de cubrir múltiples amenazas, incluidas todas las categorías OTAN (Group 1 a Group 3). El sistema es especialmente relevante en misiones OTAN y AUKUS, ya que ha sido probado con éxito en ejercicios multinacionales como [Project VANAHEIM](#), siendo la única solución de RF pasiva desplegada sobre

vehículo en Alemania y Polonia capaz de detectar de forma continua todos los UAS hostiles conocidos y de compartir información en tiempo real en redes TAK y SAPIENT, lo que representa la nueva referencia de interoperabilidad y modularidad en defensa europea.

Hensoldt es una multinacional alemana líder en sensores y sistemas de defensa, referente histórico en el sector de radares multifunción, guerra electrónica, optrónica avanzada y protección crítica de infraestructuras aéreas y navales.

Aunque no es una *start-up*, Hensoldt ha evolucionado su negocio tradicional hacia soluciones capaces de integrarse en arquitecturas modulares de C-UAS, colaborando activamente con empresas tecnológicas disruptivas y participando en consorcios para la defensa europea y la exportación global.

Hensoldt suministra sensores 3D (por ejemplo, los **radares Spexer 2000** y sistemas de defensa aérea “counter-UAS”) integrados por Rheinmetall y otros grandes del sector alemán y europeo. Ha colaborado con la Bundeswehr, Airbus y empresas del sector para despliegues conjuntos en proyectos como Stryker 30, y ha extendido su experiencia a países OTAN gracias a su participación en programas internacionales de defensa aérea y protección de infraestructuras críticas.

ARX Robotics es uno de los principales proveedores europeos de vehículos terrestres autónomos (UGVs) modulares y sistemas de inteligencia artificial aplicados a defensa. Fundada en 2022 por exoficiales de la Bundeswehr, ARX desarrolla la plataforma robótica modular Gereon y el sistema operativo Mithra OS, un sistema basado en IA que permite la modernización y digitalización de vehículos militares legacy para hacerlos autónomos y mejorar su capacidad operativa.

Desde su entrada en el mercado, ARX ha recaudado un total de 42 millones de euros en rondas de Serie A, incluyendo una extensión de 11 millones en julio de 2025 liderada por Speedinvest y con el respaldo de HV Capital, Omnes Capital, el **Fondo de Innovación de la OTAN** y Project A. Esta financiación permite a la empresa ampliar la producción en Europa, acelerar la expansión en mercados clave como Alemania, Reino Unido y Ucrania, y fortalecer sus capacidades en *software* de IA para autonomía y conectividad multisistema, posicionándose como un actor decisivo para la defensa europea.

ARX ha establecido alianzas estratégicas con empresas como **DEUTZ** para potenciar las capacidades de producción y desarrollo conjunto en sistemas de propulsión digitalizados aplicados a vehículos autónomos. Además, despliega sus sistemas en múltiples fuerzas armadas europeas, siendo proveedor registrado de la Bundeswehr y la Agencia Europea de Defensa (EDA), participando en iniciativas de innovación para mejorar la resiliencia y eficacia en la cadena logística militar.

Halcyon Defence Systems destaca por su enfoque en integrar ciberseguridad, resiliencia y defensa contra drones mediante tecnologías híbridas que combinan vigilancia aérea avanzada,

gestión de espacio aéreo y contramedidas electrónicas defensivas. Su plataforma ofrece herramientas para monitorización continua, creación de zonas electrónicas seguras (*geo-fencing*) y contramedidas ante amenazas UAS sin uso de fuerza cinética ni daño colateral.

La compañía ha ampliado su cartera hacia soluciones de defensa anti-drone integradas en sistemas de protección para infraestructuras críticas, colaborando con organismos de seguridad públicos y empresas de defensa europeas, y explorando además nuevas aplicaciones en el marco de programas nacionales y europeos con énfasis en la protección ciber-física. Su estrategia se apoya en ofrecer soluciones adaptativas y modulares, que permiten interoperabilidad con redes de mando y control militares y civiles, posicionándose como un referente emergente en defensa *soft-kill* y continuas actualizaciones tecnológicas orientadas a responder a una dinámica creciente de amenazas.

[Unisphere](#), con sede en Stuttgart, es una empresa tecnológica especializada en soluciones para la gestión automatizada y segura de operaciones de aeronaves no tripuladas (UAS), incluyendo drones y eVTOLs, desde vuelos a bajas altitudes hasta la estratosfera. La compañía provee un ecosistema integral para operadores profesionales de drones, apoyando el cumplimiento normativo, planificación de misiones y gestión de flotas a escala con un enfoque en seguridad, eficiencia y automatización.

Su plataforma principal, [NOVA Operations](#), ofrece capacidades avanzadas de simulación multidimensional (5D) y planificación de vuelos seguros, integrando análisis meteorológico en tiempo real y herramientas de evaluación de riesgos, lo que posibilita la extensión de operaciones BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight) de forma compatible con normativa EASA, un factor crítico para el despliegue de drones en el espacio europeo.

Además, Unisphere implementa soluciones de análisis operacional que transforman grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real para optimizar la toma de decisiones y asegurar la productividad y cumplimiento en entornos regulatorios cambiantes.

En materia de financiación, Unisphere ha consolidado una base financiera robusta, con rondas de inversión que superan los 40 millones de dólares desde 2022, atrayendo el interés de fondos especializados en [AVIATION TECH](#), capitales riesgo europeos y ángeles inversionistas comprometidos con la transición hacia la aviación autónoma y ecológica. Estos fondos respaldan el continuo desarrollo de simuladores avanzados, mejora en análisis predictivo meteorológico y herramientas de visualización para la gestión operativa de drones y vehículos aéreos eléctricos VTOL.

[Microdrones](#) es una compañía alemana con alcance global que diseña y fabrica drones industriales con aplicaciones en cartografía, agricultura, minería, e inspección de infraestructuras críticas. Destacan por su especialización en soluciones integrales que combinan UAVs multicópteros robustos, sistemas LiDAR y *software* avanzado para captura de datos

geoespaciales precisos. Microdrones ha participado en varios proyectos europeos vinculados a la digitalización del espacio aéreo con soluciones para vuelos BVLOS seguros y homologaciones bajo reglamentaciones EASA, posicionándola también en sectores de defensa para reconocimiento y vigilancia perimetral de alta precisión.

Germandrones es una empresa enfocada principalmente en soluciones modulares para drones comerciales y profesionales, con desarrollo propio de plataformas UAV compatibles con cargas útiles LiDAR y cámaras multiespectrales. Su carácter especialmente alemán le ha permitido colaborar con entidades estatales y privadas en proyectos de modernización del sector. Germandrones se caracteriza por su flexibilidad y rapidez de adaptación, prestando servicios de tecnología integrada para clientes que requieren soluciones especializadas ajustadas a niveles precisos de automatización y autonomía.

RIEGL es un líder internacional en tecnología LiDAR, propiedad de un grupo suizo que también opera en Alemania con filial en Stuttgart. Sus sistemas mantienen la posición de vanguardia en escaneo láser para aplicaciones aéreas, móviles y terrestres, proporcionando sensores de alta resolución con alta velocidad de pulso y precisión milimétrica. RIEGL colabora con empresas europeas como Dufour Aerospace y BSF Swissphoto en innovadores proyectos de cartografía aérea y análisis ambiental en los Alpes Suizos, integrando sus sensores en plataformas de drones avanzados y dando soporte técnico para validación y calidad de datos. Su línea RiCOPTER UAV es referente para misiones de inspección complejas, ofreciendo módulos OEM personalizados para adaptarse a demandas de clientes civiles y militares.

Droneparts.de es una empresa alemana especializada en la venta y distribución de componentes y repuestos para drones, con un enfoque fuerte en la provisión a empresas de mantenimiento, operadores profesionales y entornos de defensa. Su catálogo abarca desde sensores, baterías y motores hasta módulos de comunicación y GPS, facilitando la cadena de suministro para flotas comerciales y militares en Alemania y Europa. Droneparts.de ha impulsado líneas de colaboración con fabricantes de drones para asegurar la compatibilidad y rapidez en la reparación y mantenimiento, aspectos clave en operaciones sostenidas y despliegues prolongados.

6.4. Brecha 2: Sistemas C-UAS de Coste-Efectivo y Arquitecturas de Defensa Multi-Capa

La industria alemana de defensa contra sistemas aéreos no tripulados presenta actualmente una marcada orientación hacia soluciones cinéticas de alta capacidad letal, lideradas por [Rheinmetall](#) con su sistema [Skyranger 30](#)¹⁹.

Alemania domina capacidades cinéticas para la interceptación de última línea, pero carece de soluciones costo-efectivas para enfrentamientos masivos y escenarios con restricciones civiles. **España ofrece tecnologías *soft-kill*** avanzadas —[INDRA](#) como líder europeo— y munición quirúrgica —[ARQUIMEA](#)—, creando una complementariedad perfecta para una arquitectura C-UAS integrada, que la [ARQUIMEA](#) necesita según las lecciones de Ucrania: ningún sistema único es suficiente; una defensa efectiva requiere la combinación *hard-kill* + *soft-kill* + capacidades pasivas, bajo un sistema de mando y control (C2) unificado.

La Bundeswehr reconoce públicamente que sistemas tradicionales de misiles como [IRIS-T](#) o [Patriot](#) resultan económicamente inviables contra drones baratos producidos en masa, con costes por *engagement* superiores a 100.000 euros frente a amenazas que pueden costar menos de 1.000 euros. Esta asimetría económica ha generado urgencia por soluciones costo-efectivas y arquitecturas defensivas multi-capa que combinen capacidades de neutralización cinética (*hard-kill*), guerra electrónica no cinética (*soft-kill*) y medidas de defensa pasiva. El ecosistema alemán, tradicionalmente centrado en ingeniería mecánica pesada y sistemas de armas convencionales, ha priorizado desarrollos como el Skyranger, el sistema [PROTECTOR RWS C-UAS de Kongsberg](#) (contratado en 2019 con lanzagranadas automático de 40 milímetros) y más recientemente la colaboración [Rohde & Schwarz con TRUMPF](#) anunciada en octubre de 2025 para sistemas láser de alta energía destinados a dañar sensores electro-ópticos o estructuras de drones.

La arquitectura defensiva C-UAS que la Bundeswehr busca implementar, debe estructurarse en **cinco capas complementarias e integradas**. **La primera capa de detección temprana**, operativa entre 20 y 50 kilómetros, requiere radares tridimensionales multi-banda en frecuencias S, C y X, sensores acústicos pasivos y sistemas electroópticos de largo alcance, todos ellos fusionados mediante algoritmos de inteligencia artificial para discriminar amenazas reales de tráfico civil o fauna. **La segunda capa de identificación y clasificación**, efectiva entre 10 y 20 kilómetros, debe incorporar análisis de firma de radiofrecuencia para distinguir drones enemigos de operaciones amigas, cámaras térmicas de largo alcance y sistemas de identificación colaborativa adaptados a plataformas no tripuladas. **La tercera capa *soft-kill* o de guerra electrónica**, con alcance efectivo entre 5 y 15 kilómetros, constituye el elemento central donde España posee capacidades

¹⁹ El contrato principal se estima entre 6.000 y 8.000 millones de euros para el despliegue de 500 a 600 sistemas en las fuerzas terrestres de la Bundeswehr. Este sistema combina un cañón revólver de 30 milímetros con munición AHEAD programable, capaz de dispersar 500 cilindros de tungsteno creando una nube de metal letal contra drones, junto con misiles superficie-aire DefendAir de MBDA para objetivos a mayor distancia. Si bien esta aproximación es técnicamente efectiva contra amenazas aisladas, presenta limitaciones críticas en escenarios urbanos, protección de infraestructura crítica civil o situaciones con restricciones estrictas de daño colateral donde el uso de armamento convencional puede resultar prohibido por las reglas de enfrentamiento.

diferenciadas, requiriendo sistemas de *jamming* direccional selectivo que no afecten las comunicaciones militares propias, capacidades de *spoofing* de GPS para desviar drones de zonas protegidas, interrupción de enlaces de control mediante interferencia de radiofrecuencia multi-banda y sistemas de saturación electromagnética capaces de crear cúpulas defensivas volumétricas. **La cuarta capa *hard-kill* o de interceptación física**, operativa entre 1 y 10 kilómetros, mantiene su relevancia para amenazas que penetran las capas previas, incluyendo interceptores autónomos como los desarrollados por [TYTAN Technologies](#), láseres de alta energía y munición cinética de precisión. Finalmente, **la quinta capa de defensa pasiva de última línea** comprende redes metálicas anti-drone para protección de infraestructura crítica, generadores de niebla electromagnética en frecuencias de control de drones, sistemas de camuflaje multi-espectral contra sensores electroópticos e infrarrojos, y detección acústica de proximidad para alertas de penetración defensiva.

Tabla comparativa de capacidades y preferencias

	Alemania (“ <i>Hard-Kill</i> ”)	España (“ <i>Soft-Kill</i> ” y Precisión)
Principales empresas	Rheinmetall , Kongsberg , TRUMPF	INDRA , ARQUIMEA
Productos emblemáticos	Skyranger 30	LANZA , Q-SLAM
Naturaleza solución	Letal, cinética, plataformas blindadas	Electrónica, no letal, integración modular
Coste por <i>engagement</i>	Elevado (500-150.000€/acción)	Muy bajo (<100€ en <i>soft-kill</i>)
Aplicabilidad en entorno civil	Muy limitada	Muy alta (bajo riesgo, flexibilidad ROE)
Eficacia ante enjambres	Baja	Muy alta (guerra electrónica, IA)
Preferencia Bundeswehr	Solidez, “solución total” <i>hard-kill</i>	Integración de capas y soluciones costo-efectivas

1. En el ámbito de soluciones *soft-kill* no cinéticas²⁰, [INDRA](#) se posiciona como líder europeo reconocido mediante su sistema [LANZA \(Low Altitude Navigation-jamming Zone Anti-drone\)](#), que integra detección multi-sensor con el radar AESA [Nemus](#) de escaneo electrónico plano,

²⁰ Las **ventajas competitivas de soluciones *soft-kill* frente a aproximaciones cinéticas alemanas** son múltiples y cuantificables. El coste por *engagement* de sistemas electromagnéticos como LANZA se limita al consumo de energía eléctrica, inferior a 100 euros, frente a costes de 500 a 5.000 euros por proyectil cinético, permitiendo una profundidad operacional ilimitada sin restricciones de almacén físico y capacidad de operación continua durante períodos extendidos. La ausencia total de daño colateral físico, al ser efectos reversibles sin fragmentación, facilita la aprobación de reglas de enfrentamiento en entornos civiles donde *hard-kill* resulta prohibido, ampliando significativamente los escenarios de empleo táctico. La propuesta de valor para la Bundeswehr reside en la integración de LANZA como capa *soft-kill* entre 5 y 15 kilómetros de alcance, actuando como primera línea de defensa activa mientras Skyranger se reserva como última línea *hard-kill* entre 0 y 5 kilómetros para amenazas que penetran las contramedidas electromagnéticas, creando una arquitectura defensiva resiliente y económicamente sostenible.

sensores de radiofrecuencia y cámaras electro-ópticas e infrarrojas, combinados con capacidades de *jamming* selectivo multi-banda que interfieren enlaces GPS/GNSS y comunicaciones de control en frecuencias de 2,4 gigahercios, 5,8 gigahercios y 433 megahercios sin afectar sistemas militares protegidos. La arquitectura modular *plug and play* del sistema LANZA permite su integración con efectores cinéticos alemanes como Skyranger o interceptores TYTAN dentro de una arquitectura unificada de comando y control, ofreciendo *versiones vehicle-mounted* y *deployable* rápido con capacidad de despliegue operacional en menos de 15 minutos. La participación de INDRA en el consorcio europeo [JEY-CUAS](#) anunciada en mayo de 2024, donde lidera el desarrollo de la próxima generación de sistemas C-UAS modulares, refuerza su posicionamiento tecnológico para abordar el desafío de micro y mini-drones equipados con contramedidas avanzadas como *frequency hopping*, enlaces cifrados y navegación inercial sin dependencia de GPS.

a) La posibilidad de establecer centros de formación conjuntos entre INDRA y el [Cyber Innovation Hub de la Bundeswehr](#) para entrenamiento de operadores C-UAS multi-efector, junto con el co-desarrollo de algoritmos adaptativos contra drones equipados con *frequency hopping* y otras contramedidas avanzadas, constituye una oportunidad de colaboración industrial de alto valor estratégico.

2. En el segmento de municiones merodeadoras de precisión quirúrgica, [ARQUIMEA](#) presenta capacidades diferenciadas mediante su familia [Q-SLAM \(Surgical Loitering Aerial Munition\)](#) que, aunque no constituyen sistemas C-UAS en sentido estricto, ofrecen capacidad de neutralización precisa con mínimo daño colateral, posicionándose como alternativa complementaria a sistemas cinéticos pesados en escenarios urbanos o con restricciones estrictas de reglas de enfrentamiento.
3. El sistema [Q-SLAM-40](#), con peso total de 28 kilogramos transportable en dos mochilas por un equipo de dos operadores, ofrece autonomía de 20 minutos equivalente a alcance operacional de 10 a 20 kilómetros según condiciones meteorológicas, carga útil de 4 kilogramos en configuración de cabeza explosiva *shaped charge* anti-blindaje o fragmentación, guiado electro-óptico e infrarrojo multi-espectral con inteligencia artificial [DeepArg](#) para identificación autónoma de objetivos, control mediante estación portátil y despliegue desde lanzador neumático con alas desplegables sin requerir pista de lanzamiento. El modelo [Q-SLAM-100](#) presentado en [FEINDEF 2025](#) incorpora arquitectura de lanzamiento desde contenedor con alas plegables y propulsión eléctrica, peso total de 12 kilogramos incluyendo 4 kilogramos de cabeza explosiva, envergadura de 2,24 metros, *gimbal* con cuatro ventanas integrado dos cámaras visibles, una térmica *uncooled* y un telémetro láser, sistema *DeepArg* de inteligencia artificial que permite vuelo colaborativo y toma de decisiones autónoma con reconocimiento de objetos y evaluación de riesgos en tiempo real, y modo dual que habilita empleo como sistema ISR no suicida retornable o como munición de ataque con detonación de cabeza explosiva, manteniendo siempre el operador control absoluto sobre armado, desarmado y detonación.

La validación operativa reciente de la familia Q-SLAM incluye la visita del [Jefe del Estado Mayor de la Defensa español](#) a instalaciones de Arquimea en octubre de 2025, confirmando el interés institucional del Ejército español en estas capacidades, así como el [lanzamiento exitoso desde helicóptero NH90](#) mediante integración *Air-Launched Effect* desarrollada conjuntamente con [Airbus Helicopters](#), que permite despliegue desde plataformas rotatorias sin exponer tripulaciones a amenazas terrestres. La [adquisición de Perseo](#) por parte de Arquimea en septiembre de 2025, expandiendo capacidades a municiones merodeadoras submarinas, demuestra la transición hacia arquitecturas multi-dominio tierra-mar-aire de alto valor estratégico. Las ventajas competitivas de Q-SLAM frente a soluciones cinéticas alemanas se manifiestan en múltiples dimensiones: coste por *engagement* estimado entre 10.000 y 50.000 euros posiciona estos sistemas para neutralización de objetivos de alto valor donde Skyranger resulta desproporcionado, mientras que el daño colateral mínimo gracias a la cabeza *shaped charge* direccional contrasta favorablemente con la fragmentación de 500 cilindros de tungsteno del Skyranger en entornos urbanos, el alcance operacional de 10 a 20 kilómetros supera significativamente los 3 a 5 kilómetros efectivos del sistema alemán en rol C-UAS, la flexibilidad multi-misión ISR más ataque frente a la funcionalidad exclusiva de defensa e interceptación, la movilidad táctica de 28 kilogramos transportables en mochilas frente a más de 30 toneladas del vehículo [Boxer 8x8](#), y la autonomía de decisión mediante inteligencia artificial con supervisión humana que reduce la carga cognitiva del operador frente a sistemas de control manual continuo.

4. La propuesta de valor de [Arquimea para la Bundeswehr](#) se alinea directamente con el objetivo oficial de adquirir 2070 *loitering munitions* para 2029, permitiendo complementar proveedores alemanes como [Helsing](#) HX-2 y [Stark](#) OWE-V mediante aportación de capacidad europea adicional que diversifica riesgos de cadena de suministro y acelera alcance de objetivos cuantitativos. La posibilidad de establecer producción bajo licencia en Alemania mediante *joint venture* con [Rheinmetall](#) o [Airbus Defence](#) permitiría cumplir requisitos de retorno industrial local mientras se aprovecha la madurez tecnológica y validación operacional española. La integración de Q-SLAM con plataformas existentes de la Bundeswehr, que opera 31 helicópteros [NH90](#) además de futuros [H145M](#) o [Tiger](#), amplía significativamente las opciones tácticas de despliegue rápido desde plataformas aéreas. El establecimiento de centros de entrenamiento conjuntos España-Alemania aprovechando la experiencia acumulada por el Ejército español en empleo operacional de municiones merodeadoras constituye un elemento de transferencia de conocimiento bidireccional de alto valor estratégico.

En el ámbito de defensa pasiva y protección de última línea, la Bundeswehr reconoce que ningún sistema activo, sea cinético o electrónico, alcanza efectividad del cien por cien, particularmente frente a amenazas emergentes como drones FPV con enlaces de fibra óptica inmunes a *jamming* de radiofrecuencia, drones autónomos con navegación inercial inmunes a *spoofing* de GPS, y enjambres coordinados capaces de saturar sistemas activos mediante volumen de amenazas simultáneas. Las medidas de defensa pasiva, actualmente subdesarrolladas en el ecosistema alemán, incluyen redes metálicas anti-drone que funcionan como barreras físicas de malla metálica

fin interceptando nano y micro-drones por colisión, aplicables a protección perimetral de infraestructura crítica como plantas de energía, centros de comando y control o almacenes de munición, ofreciendo ventajas de coste bajo, ausencia de requerimientos energéticos, mantenimiento mínimo y cero riesgo de daño colateral, ámbito donde el sector textil técnico español, líder europeo en materiales avanzados, puede desarrollar mallas anti-drone certificadas para aplicaciones militares. Los sistemas de saturación electromagnética volumétrica, que generan cúpulas de ruido electromagnético en frecuencias críticas como GNSS y bandas de 2,4 y 5,8 gigahercios degradando la capacidad de drones para operar dentro del volumen protegido, resultan aplicables a protección de instalaciones fijas donde el *jamming* direccional resulta insuficiente, si bien requieren aprobación regulatoria estricta debido al potencial de interferencia con comunicaciones civiles, desafío donde empresas españolas como INDRA o [GMV](#) poseen experiencia acumulada en sistemas de guerra electrónica de área.

1. El camuflaje multi-espectral contra sensores de drones, basado en materiales que reducen firma visual, térmica e infrarroja de instalaciones y vehículos críticos, reduce la detectabilidad por drones ISR enemigos, ámbito donde centros tecnológicos españoles como el [INTA](#) o [Tecnalia](#) han desarrollado capacidades en materiales avanzados transferibles a aplicaciones de defensa pasiva anti-drone. Los sistemas de detección acústica de proximidad, mediante micrófonos distribuidos que detectan firma acústica de drones a distancias inferiores a 500 metros activando alarmas o contramedidas automáticas, constituyen la última línea defensiva cuando otras capas han fallado, alertando a personal para refugio o activación de sistemas manuales de defensa, capacidad donde [GMV](#) o [Tecnobit](#) poseen experiencia en desarrollo de sensores acústicos militares aplicables a esta función.

[La iniciativa SPRIND](#) Funke Challenge lanzada en febrero de 2022 por la [Agencia Federal Alemana para Innovaciones Disruptivas \(SPRIND\)](#) refleja el reconocimiento institucional del *gap* crítico en soluciones no cinéticas autónomas, buscando desarrollar un sistema completamente autónomo capaz de neutralizar micro y mini-UAS sin efectos de armas, sin comunicación externa y sin intervención humana, utilizando medidas no cinéticas reversibles como captura física, redirección mediante señales o bloqueo electrónico.

Los requisitos técnicos incluyen detección, clasificación y reacción en tiempo real, ausencia de daño colateral, operación sin enlaces externos ni operador humano, y medidas completamente reversibles, con financiación hasta 22.000 euros en Fase 1 de un mes de duración, y 30.000 euros adicionales en Fase 2. La existencia de este programa piloto indica la apertura institucional alemana a soluciones innovadoras en defensa pasiva y *soft-kill*,

La estrategia de entrada recomendada para empresas españolas en el segmento C-UAS contempla tres líneas de acción principales.

Para INDRA, el posicionamiento como proveedor de capa *soft-kill* integrada requiere contacto inmediato con Rheinmetall, proponiendo la integración de LANZA como capa *soft-kill*

complementaria a Skyranger en arquitectura multi-capa; asimismo, solicitud de participación en próximos ejercicios C-UAS de la Bundeswehr frecuentemente realizados en [campo de pruebas de Ohrdruf](#) en Turingia, para validar la interoperabilidad técnica y operacional; y el aprovechamiento del liderazgo en consorcio JEY-CUAS para posicionarse como alternativa europea a soluciones estadounidenses que actualmente dominan el mercado global C-UAS.

Para ARQUIMEA, la entrada como proveedor de munición merodeadora táctica implica contacto inmediato con [BAAINBw](#)²¹ para presentar familia Q-SLAM-40 y Q-SLAM-100 como complemento a sistemas Helsing HX-2 y Stark OWE-V ya en proceso de evaluación; y el ofrecimiento de demostraciones en campos de pruebas de la Bundeswehr con participación de soldados alemanes, similar al proceso seguido con nano-drones [Black Hornet](#). Por último, la exploración de *joint venture* con Airbus Defence o Rheinmetall para la producción bajo licencia en Alemania, cumpliendo con los requisitos de retorno industrial local.

Para empresas españolas con capacidades en defensa pasiva, la estrategia incluye monitorización continua de la evolución del Funke Challenge, y el desarrollo de prototipos demostrables de redes anti-drone y sistemas de saturación electromagnética, para poder presentarlos en ferias como [XPONENTIAL Europe 2026](#). Es deseable, en todo caso, la obtención de certificaciones duales [EASA](#) para uso civil y certificación militar, que podrían ampliar un mercado más allá del segmento exclusivamente militar.

²¹ Dirección K, responsable de armas y munición

6.5. Matching estratégico para los expositores de XPONENTIAL Europe 2026 según las brechas tecnológicas alemanas

Basado en la [lista de expositores alemanes](#) asistentes en 2025 y las seis brechas prioritarias de capacidad identificadas en la Bundeswehr (*loitering munitions*, C-UAS, nano/mini-UAS, C2-comunicaciones y entrenamiento), el siguiente análisis clasifica las empresas más relevantes como **socios o integradores potenciales** para empresas españolas de defensa y tecnología.

Para empresas españolas, los expositores identificados permiten un acceso directo a la cadena de valor alemana siguiendo tres estrategias prácticas:

1. Coproducción o integración tecnológica con OEMs y proveedores (C-UAS, ISR, UAS tácticos).
2. Integración de *software* C2 y IA embebida con empresas de electrónica y autonomía (Apex.AI, Avionic Design, Rheinmetall).
3. Servicios de entrenamiento y logística operacional con firmas de simulación (EDAG, RS Flight Systems, ZARGES).

Brecha 1: Munición merodeadora y plataformas tácticas de bajo coste

Necesidad: drones *kamikaze* o VTOL de alcance medio (50-100 km), IA autónoma, producción escalable.

Expositor	Rol	Potencial de Colaboración con España
Sky Power GmbH	Motores y propulsión combustión/híbrida para drones tácticos.	Integración de motores alemanes en UAV españoles (Aertec, UAV Navigation) para VTOL/munición merodeadora.
Hirth Engines GmbH	Motores ligeros 2T/4T utilizados por Rheinmetall LUNA NG.	Desarrollo conjunto de propulsión híbrida con centros tecnológicos españoles (CTA, INTA).
Plettenberg Elektromotoren GmbH & Co. KG	Motores eléctricos personalizados.	Asociar con Embention o TecnoBit-Grupo Oesía para integrar motores en plataformas ligeras.
AIM Micro Systems GmbH	Electrónica y sensores miniaturizados.	Integración en guiado o navegación de drones tipo <i>loitering</i> .

Brecha 2: Sistemas C-UAS e interceptores autónomos

Necesidad: sistemas móviles con IA para neutralizar enjambres; sensores multi-espectrales y control de fuego.

Expositor	Rol	Potencial de Colaboración
Rheinmetall AG	Integrador principal del Skyranger 30 y sistemas C-UAS.	Colaboración tecnológica español-alemana en IA de fusión de sensores o control C2 (Indra, GMV).
AKmira Optronics GmbH	Óptica infrarroja y precisión para defensa.	Integración en cámaras térmicas o designadores láser de proyectos C-UAS hispano-alemanes.
Jenoptik Optical Systems GmbH	Sensores EO/IR y láser para defensa aérea.	Cooperación en modernización de torretas o pods electro-ópticos.
Volz Servos GmbH	Actuadores inteligentes certificados DO-160.	Integración en superficies de control de interceptores españoles o sistemas CIWS ligeros.
AIM Micro Systems GmbH	Sensores de guiado y visión.	Desarrollo de módulos de detección visual para contramedidas cinéticas.

Brecha 3: Nano-drones y mini-UAS para reconocimiento táctico

Necesidad: drones de menos de 2 kg, navegación autónoma sin GPS, certificación EASA/dual-use.

Expositor	Rol	Potencial de Colaboración
Germandrones GmbH	Fabricante de UAS VTOL Songbird y T Q-300.	Posible ensamblaje conjunto España-Alemania o integración de electrónica española.
Airial UAS GmbH & Co. KG	Plataformas multi-rotor para inspección y vigilancia.	Uso dual civil-defensa; integración de payloads ópticos españoles (Escribano Optronics).

Exabotix GmbH	VTOL drone mapping / survey.	Desarrollo de micro-UAS táctico conjunto con electrónica española.
Multiplex Modellsport GmbH & Co. KG	UAV de alto rendimiento para hobby y militarización ligera.	Producción a gran escala de mini-drones tácticos de bajo coste.

Brecha 4: Comunicaciones C2, IA embarcada y fusión de sensores

Necesidad: Links C2 resilientes, navegación sin GNSS, IA distribuida on-board para enjambres.

Expositor	Rol	Potencial de Colaboración
Apex.AI GmbH	<i>Middleware</i> certificada ISO 26262 para autonomía vehicular.	Integración con IA de navegación de España (GMV, UAV Navigation).
Avionic Design GmbH	Computación embebida y aviónica para UAV y satélites.	Integración de <i>software</i> C2 español en <i>hardware</i> alemán.
Channel Microelectronic GmbH	Microchips, RF y conectividad segura.	Cooperación para enlaces <i>anti-jamming</i> y <i>mesh networking</i> .
Glenair GmbH	Conectores <i>rugged</i> para aviación y defensa.	Integración en plataformas españolas para estandarizar enlaces OTAN.
HARTING Deutschland GmbH & Co. KG	Infraestructura <i>Ethernet</i> y conectividad.	Desarrollo C2 para redes tácticas de campo.
Liebherr-Electronics and Drives GmbH	Sistemas servo-drive aviación / control digital.	Colaborar con Industria española en control de plataformas ISR autónomas.

Brecha 5: Entrenamiento, simulación y apoyo logístico a operadores

Necesidad: simuladores, formación remota y sistemas *data-driven* de entrenamiento masivo UAS.

Expositor	Rol	Potencial de Colaboración
EDAG Engineering GmbH	Ingeniería automotriz y simulación VR/AR.	Codesarrollo de simuladores con Indra o Tecnobit.
RS Flight Systems GmbH	Simuladores para formación de pilotos UAV.	Integración con programas de entrenamiento de la Bundeswehr y Centros FTA españoles.
ZARGES GmbH	Sistemas logísticos y contenedores para aeronaves y defensa.	Desarrollo de kits de transporte y centros móviles de mantenimiento UAS.

Brecha 6: Empresas de soporte transversal (interoperabilidad y dotación industrial)

Necesidad Específica: especialmente en mantenimiento y logística de ciclo de vida completo (PBL)., Incluye centros regionales de reparación rápida (MRO) capaces de regenerar unidades en 24 a 72 horas; sistemas de monitorización predictiva basados en inteligencia artificial para anticipar fallos antes de misiones críticas; contratos de logística basados en rendimiento (PBL) que aseguren una disponibilidad operativa igual o superior al 85 por ciento; reconversión modular de plataformas obsoletas para extender su vida útil y reducir costes; y una gestión eficiente de inventarios distribuidos en múltiples bases como Baviera, Renania del Norte-Westfalia y Baja Sajonia

Categoría de Necesidad	Expositores Alemanes Clave	Modelo de Colaboración
Ingeniería MRO y gestión de flotas	EDAG Engineering, Avilus	Co-desarrollo centros MRO regionales
Componentes críticos (motores, baterías)	Sky Power, Hirth Engines, Enpower Greentech	Franquicia overhaul + regeneración
Conectores y actuadores	Glenair, HARTING, Nicomatic, Volz Servos	Almacenes estratégicos + recertificación
Packaging y logística	ZARGES, B&W International	Kits de campaña móviles
Fabricación aditiva	HP Deutschland, Fertigungsgerätebau	Micro-fábricas 3D on-demand
Monitorización predictiva	AIM Micro Systems, Avionic Design, Liebherr	IA predictiva + <i>edge computing</i>



Distribución componentes	Acal BFi, Channel Microelectronic	Almacenes estratégicos regionales
Integrador principal	Rheinmetall AG	Contrato PBL 10 años para red MRO

icex



Si desea conocer todos los servicios que ofrece ICEX España Exportación e Inversiones para impulsar la internacionalización de su empresa contacte con:

Ventana Global

913 497 100 (L-J 9 a 17 h; V 9 a 15 h)

informacion@icex.es

Para buscar más información sobre mercados exteriores [siga el enlace](#)

www.icex.es



ICEX España
Exportación
e Inversiones