



Oportunidades Industria 4.0 en Galicia

Convenio de colaboración entre el Instituto Gallego de Promoción Económica, la Alianza Tecnológica Intersectorial de Galicia y los centros integrantes de esta alianza para la detección y análisis de oportunidades sectoriales para las empresas industriales gallegas en el ámbito de la industria 4.0



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 DEFINICIÓN/DESCRIPCIÓN	5
1.1.1 Vehículos de Guiado Automático: definición	5
1.1.2 Vehículos de Guiado Automático: características	6
1.1.3 Vehículos de Guiado Automático: clasificación	8
1.1.4 Vehículos de Guiado Automático: soluciones existentes en el mercado	12
1.1.5 Vehículos Aéreos No Tripulados: diferencias entre UAV, RPA y dron	19
1.1.6 Vehículos Aéreos No Tripulados: características	21
1.1.7 Vehículos Aéreos No Tripulados: clasificación	22
1.1.8 Vehículos Aéreos No Tripulados: modos de operación	30
1.1.9 Vehículos Aéreos No Tripulados: marco regulatorio en España	31
1.2 BREVE HISTORIA	33
1.2.1 Historia de los AGVs	33
1.2.2 Historia de los Vehículos Aéreos No Tripulados	34
1.3 VENTAJAS Y LIMITACIONES	36
1.3.1 Ventajas y limitaciones de los AGVs	36
1.3.2 Ventajas y limitaciones de los UAVs	37
1.4 TENDENCIAS	38
1.4.1 Vehículos de Guiado Automático	38
1.4.2 Vehículos Aéreos No Tripulados	40
1.5 APLICACIONES ACTUALES	41
1.5.1 Vehículos de Guiado Automático	41
1.5.2 Vehículos Aéreos No Tripulados	42
2. APLICACIONES POR SECTOR	49
2.1 VEHÍCULOS DE GUIADO AUTOMÁTICO (AGVs)	49
2.1.1 Agroalimentación y Bio	49
2.1.2 Automoción	52
2.1.3 Madera y forestal	53
2.1.4 Naval	54
2.1.5 Textil/Moda	55
2.1.6 Aeronáutica	55
2.1.7 TIC	57

2.1.8	Energías renovables	58
2.2	VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (UAVs).....	59
2.2.1	Agroalimentación y Bio	59
2.2.2	Automoción.....	61
2.2.3	Madera y forestal	61
2.2.4	Naval.....	63
2.2.5	Textil/Moda.....	64
2.2.6	Aeronáutica	64
2.2.7	TIC.....	65
2.2.8	Energías renovables	66
2.2.9	Piedra natural.....	67
3.	CONCLUSIONES/IMPACTO	68
3.1	RETOS QUE PRESENTAN LAS TECNOLOGÍAS EN LA ACTUALIDAD	68
3.1.1	Vehículos de Guiado Automático.....	68
3.1.2	Vehículos Aéreos No Tripulados	69
3.2	PERSPECTIVAS A MEDIO Y LARGO PLAZO	70
3.2.1	Vehículos de Guiado Automático.....	70
3.2.2	Vehículos Aéreos No Tripulados	71
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	76

1. INTRODUCCIÓN

La logística avanzada, o logística 4.0, consiste en la optimización de toda la cadena de suministro a través de la interconectividad física, digital y operacional. Dos de las tecnologías emergentes que están transformando la logística son los **Vehículos Automatizados (AGVs)** y los **Vehículos Aéreos No Tripulados (UAVs)**.

Según el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), la logística se puede definir como el proceso de planificar, ejecutar y controlar de forma eficiente el flujo de materias primas, inventarios en curso, productos terminados, servicios e información relacionada, desde el punto de origen al de consumo (incluyendo los movimientos externos e internos y los de entrada y salida) con el fin de satisfacer las necesidades del cliente.

La logística avanzada, o logística 4.0, busca la **integración de toda la cadena de suministro** con la interconexión de sistemas y la coordinación máxima entre los distintos procesos logísticos. La **interconectividad física, digital y operacional** determinará la logística del futuro¹.

Es importante destacar que las actividades en torno a la logística cobran una vital importancia en la sociedad actual, ya que garantizan la **circulación de productos y servicios** y favorecen la consecución de las operaciones empresariales. Las mercancías físicas que se ofertan y demandan, se desplazan en contenedores, son almacenadas, suministradas y usadas en un mercado cada vez más global e internacional. La logística 4.0 busca dar solución al amplio margen de mejora de eficiencia y sostenibilidad que presentan estas operaciones.

Tradicionalmente, la producción se basa en la fabricación de grandes volúmenes de producto estándares, pero en la actualidad, gracias a la incorporación de líneas de producción inteligentes, es posible **producir de manera personalizada**, sólo se fabrica los productos necesarios, que se ajustan a las necesidades de los clientes. Los pedidos de materias primas, los suministros a las líneas de producción y los envíos a proveedores y clientes se realizan de forma eficiente **en función de las necesidades de cada momento y** de las previsiones de ventas. El stock se reduce al máximo y no se requieren grandes infraestructuras de almacenaje, la **trazabilidad durante toda la cadena** gana en eficiencia gracias al etiquetado inteligente que permite controlar mejor el producto, su ubicación y sus características².

Por lo tanto, la existencia de **sistemas flexibles de fabricación** depende fuertemente de la **flexibilidad de la cadena de suministro**. Si el proveedor no es capaz de cumplir el aprovisionamiento frente a las fluctuaciones de la demanda, tampoco lo podrá hacer el fabricante. Por todo ello, el adecuado intercambio de información, así como la tecnología utilizada para ello, seguirá cobrando especial preponderancia. El **aprovisionamiento de los componentes y el flujo de materiales dentro de la planta**, además de la congestión de las líneas y vías de comunicación fuera de la planta, son otros aspectos que deben ser tenidos en cuenta de modo especial a la hora de pensar en la logística.

En la fábrica 4.0, la mercancía, los dispositivos y los operarios humanos interactúan en el desempeño de distintas operaciones logísticas, y el operario genera información en tiempo real retroalimentando el control de todo el proceso logístico.

¹ HSBC Global Connections, 2016.

² Ministerio de Industria, Energía, Turismo y Agenda Digital, "Industria Conectada".

Algunas de las **tecnologías clave** en la logística 4.0 son la realidad aumentada (picking), los wearables, los dispositivos móviles y sistemas GPS, los vehículos autónomos, el etiquetado inteligente, RFID, etc., que optimizan procesos como la gestión de rutas, gestión de envíos, reducción de stocks y espacio de almacenaje, control de la mercancía (geolocalización y trazabilidad), automatización de pagos, ...

Por lo tanto, la logística 4.0 integra otras áreas tecnológicas que se mencionan en este informe como: la Robótica avanzada y Colaborativa, la Realidad Aumentada y Virtual, el Cloud Computing, el Big Data o el Internet de las Cosas (IoT).

En este documento, se profundiza en el Estado del Arte de dos tecnologías emergentes que serán claves en las fábricas para avanzar hacia la fábrica del futuro y la logística 4.0: los vehículos autónomos (AGVs - Automated Guided Vehicles) y los sistemas de aeronave pilotada a distancia (RPAS- Remotely Piloted Aircraft System).

1.1 DEFINICIÓN/DESCRIPCIÓN

1.1.1 Vehículos de Guiado Automático: definición

Los vehículos guiados automatizados (AGV³, *Automated Guided Vehicle*) son un **sistema de transporte de mercancía o materiales en la industria**, que **se mueven de forma autónoma** (mediante sistemas de visión, imanes o láseres para la navegación), siguiendo unos marcadores o caminos definidos en el suelo, y que disponen de una serie de baterías que los alimentan y les permiten trabajar durante horas. La diferencia con un sistema de vehículos guiados por raíles y la mayoría de sistemas de transporte, es que **los caminos son imperceptibles**, es decir, en los caminos de un sistema guiado por raíles, se ve por donde pasa el vehículo a causa de los raíles, en cambio, con los AGV no se puede apreciar el camino. Estos sistemas se utilizan para **aumentar la eficiencia**, **disminuir los daños a los bienes** y **reducir los gastos generales**, limitando el número de empleados necesarios para completar el trabajo.

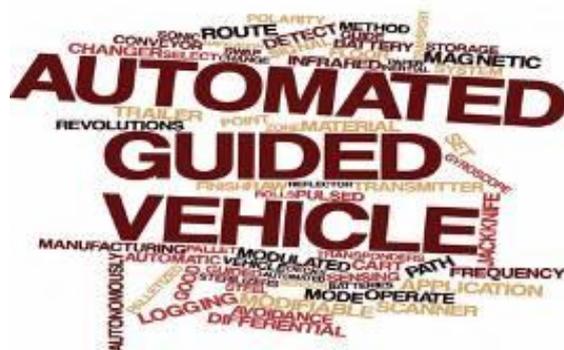


ILUSTRACIÓN 1. DEFINICIÓN AGV. FUENTE: NFE-LIFTS.COM

³ <http://www.nfe-lifts.com/agvs-vs-forklifts-benefits-and-drawbacks/>

1.1.2 Vehículos de Guiado Automático: características

Para cumplir con su principal característica de navegar o circular como un vehículo autónomo sin necesidad de intervención del ser humano como piloto del mismo, estos vehículos disponen de **distintos sistemas de guiado** y de un **complejo sistema de control y gestión**, que permite diferenciar **dos grandes grupos**:

- Aquellos cuyo sistema de gestión y control no se comunica con el entorno donde se mueven, es decir, son autónomos y el sistema sólo gestiona la flota de vehículos haciéndolos trabajar de forma automática y **sin interactuar con el entorno**;
- O sistemas AGV complejos, en los que las **comunicaciones fluidas con el entorno** son habituales y fundamentales, ya que a través de estas comunicaciones se gestionan las órdenes de los vehículos y los movimientos a realizar en todo momento.

A continuación, se indican los sistemas más importantes que conforman el AGV:

VEHÍCULO AGV⁴

El vehículo o AGV consta de un bastidor, de una serie de baterías, una unidad de carga de abordaje, un sistema eléctrico, una unidad de control o dirección, una unidad de parada de precisión, una unidad de comunicación, un sistema de seguridad y una plataforma de trabajo. Todos estos componentes mencionados van a poder ser clasificados a su vez en diferentes categorías en función de sus componentes o características.

SISTEMAS DE GUIADO⁵

Una diferencia importante entre los distintos tipos de vehículos de guiado automático es el sistema de guiado que utilizan. Una correcta elección del sistema de guiado es el primer paso para la implantación con éxito de un vehículo de estas características:

- **Filoguiado**: El AGV se desplaza guiándose por un hilo conductor instalado bajo el suelo. Este método de guiado es muy sencillo aun siendo el de menor flexibilidad, ya que las rutas de movimiento del AGV se limitan a las rutas con el hilo instalado.
- **Optoguiado**: El AGV se desplaza guiándose por una tira de espejo que se extiende por los recorridos del AGV. Mediante catadióptico detecta la guía. La instalación de estas guías de espejo no requiere de una obra como el caso del Filoguiado, y la modificación o creación de nuevas rutas es menos compleja, ya que basta con dibujar con tiras de espejo por el suelo de las nuevas zonas y definir los movimientos en el AGV.
- **Visión Artificial**: El AGV reconoce mediante visión artificial una tira de espejo catadióptico, calculando y corrigiendo en cada instante la desviación existente entre el AGV y la ruta. En función

⁴ Designing and methodology of automated guided vehicle robots/self guided vehicles Systems, future trends. IJRRAS 13. Saijjad Yaghoubi, Sanam Khalili, Reza Mohammad Nezhad

⁵ <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/38400-AGV-los-vehiculos-industriales-inteligentes.html>

de la ruta que tiene cargada y la distancia obtenida mediante la visión artificial, el AGV realiza los movimientos de timón adecuados para continuar con la ruta prefijada.

- **Guiado Láser:** El AGV equipado con una unidad láser giratoria, realiza barridos identificando en su entorno el mayor número de reflectores posibles para determinar su posición en el mapa de la instalación que tiene en memoria. Para realizar el mapa de la instalación, se sitúan espejos catadriópticos en posición vertical en puntos estratégicos de toda la instalación. Estos espejos serán puntos de referencia con los que calcular la posición del AGV. La principal ventaja de este método de guiado es la increíble sencillez con la que se puede crear una estación de carga/descarga de palés o se puede modificar una ruta.

SISTEMAS DE CONTROL ⁴

Los sistemas informáticos que componen la parte invisible del sistema AGV se dividen en distintos módulos, que se encargan de realizar las funciones de:

- Comunicación bidireccional con todos los elementos de planta, ya sean transportadores, elevadores, enfardadoras, paletizadoras, puertas automáticas, etc.
- Comunicación bidireccional con el sistema de gestión del cliente, ERP, SGA o sistema de captura de datos en planta.
- Agrupar todas las órdenes y comunicaciones y, mediante complejos algoritmos (a definir en cada caso), determinar la prioridad de los movimientos a realizar.
- Gestionar el tráfico de los vehículos, es decir, en función de las órdenes recibidas y movimientos a realizar, el gestor de tráfico se encarga de gestionar la flota de vehículos en función de las necesidades de cada momento, comunicando a los mismos los movimientos a realizar y recibiendo de los mismos el estado en que se encuentran en todo momento.

SISTEMAS DE SEGURIDAD ⁶

- **Parachoques mediante láser electrónico/óptico:** Los parachoques o amortiguadores electrónicos son la forma más habitual de detección de obstáculos en sistemas AGV, ya que ofrecen una solución flexible y sin necesidad de mantenimiento. Al compartir pasillos y corredores los peatones y otros equipos móviles, los parachoques electrónicos permiten al usuario definir múltiples campos programables de “desaceleración” y “parada” (zona de detección de obstáculos).
- **Paragolpes mecánico:** Los paragolpes o parachoques mecánicos son la forma tradicional de detección de obstáculos. Por lo general, están hechos de un material flexible (plástico, metal de espuma) que se derrumba y dispara un interruptor de límite para detener la operación del AGV. La zona de detección del parachoques mecánico es fija y no varía durante el funcionamiento del vehículo.

⁶ <http://www.jbtc-agv.com/en/Solutions/Knowledge/Safety>

1.1.3 Vehículos de Guiado Automático: clasificación

Actualmente existe una **amplia gama de AGVs**, que permiten transportar **todo tipo de cargas** a diferentes alturas, con **diversos sistemas de guiado** en función de la aplicación a automatizar (láser, magnético, banda óptica, banda magnética...) y en **diferentes entornos** (interiores, exteriores, ultracongelados).

Estas soluciones son especialmente adecuadas para el transporte de cargas paletizadas en los finales de líneas, en la gestión de los flujos de entrada y salida de los silos automáticos, así como para el movimiento de grandes cargas.

AGV CATEGORÍAS:⁷

Los AGVs pueden organizarse en una serie de categorías básicas, que se indican a continuación:

- **Vehículos AGV de tipo remolque (tow vehicles)**, también denominados *tuggers*, son los tipos de AGVs más simples y menos costosos. Como una locomotora que tira de un tren de vagones, un remolcador tira remolques o carretas. Los AGVs de tipo tuggers siguen la ruta designada, se detienen en la estación donde los trabajadores cargan o descargan los materiales, y luego se trasladan a la siguiente estación.



ILUSTRACIÓN 2. AGV DE TIPO REMOLQUE. FUENTE: SAVANT AUTOMATION

- **Vehículos AGV de carga unitaria**, que llevan pallets, cartones o subconjuntos en sus cubiertas. Normalmente, los vehículos de carga unitaria se utilizan en procesos totalmente automatizados. Un vehículo de carga unitaria con una sección de transportador por rodillos puede integrarse con una línea transportadora, un área de producción o un sistema automatizado.

⁷ Automatic Guided Vehicles (by Lorie King Rogers) – Modern Materials Handling (September 2011)



ILUSTRACIÓN 3. VEHÍCULO AGV DE TIPO CARGA UNITARIA. FUENTE: JBT AGVS

- **Carros guiados automatizados, o AGCs**, también se incluyen en el conjunto de vehículos de carga unitaria. Los AGVs fueron considerados inicialmente más ligeros que los AGCs. Son fáciles de instalar y escalables, permitiendo a los usuarios añadir más carros para aumentar el rendimiento.



ILUSTRACIÓN 4. EJEMPLO DE AGC Y AGV. FUENTE: FORI AUTOMATION

- **Vehículos AGV de tipo carretilla** operan de la misma forma que las carretillas elevadoras, pero sin conductores. Los vehículos con horquilla son soluciones AGVs muy populares porque son extremadamente flexibles.



ILUSTRACIÓN 5. EJEMPLO DE VEHÍCULO AGV DE TIPO CARRETILLA. FUENTE: OCME

- **Vehículos AGV personalizados o a medida** se construyen alrededor de la carga y pueden ser diseñados para manejar cargas muy pesadas como un vehículo de 120 toneladas o para manejar diferentes tipos de pallets o tamaños de lotes.



ILUSTRACIÓN 6. EJEMPLO DE AGV PERSONALIZADO. FUENTE: JBT AGVS

- **Soluciones robóticas móviles** son una nueva clase de AGVs relativamente nuevos, que también encajan en la categoría de carga unitaria. Los robots o sistemas móviles son sistemas de tracción destinados a recoger piezas en centros de distribución, y entregarlas al operario (llevan el producto desde la zona de almacenamiento o distribución hasta el operario), ahorrando tiempo y espacio en las plantas.



ILUSTRACIÓN 7. EJEMPLO DE SOLUCIÓN ROBÓTICA MÓVIL. FUENTE: MIR

SISTEMAS DE GUIADO⁸

Además de elegir el vehículo adecuado para realizar el trabajo adecuado, también hay diferentes opciones a analizar en lo relativo a la orientación del AGV, como son los sistemas de navegación. Unos sistemas, que pueden ser caminos cerrados (utilizan un conjunto predeterminado de reglas que define los planes de trayectoria) o caminos abiertos (los AGVs determinan cuál es el mejor camino en base a las condiciones en

⁸ Automatic Guided Vehicles (by Lorie King Rogers) – Modern Materials Handling (September 2011)

tiempo real, y crean uno nuevo si es necesario). A continuación, se muestran las diferentes tecnologías a nivel de sistemas de guiado:

- **Sistema de guiado mediante cable** (Wire-guidance) es la forma más sencilla de navegación, diseñada para un trayecto preestablecido. Una señal de RF se transmite desde el cable que está enterrado en una ranura debajo del suelo a un sensor situado debajo del vehículo. El sensor detecta la señal y ajusta la posición del vehículo para mantenerlo en la trayectoria.

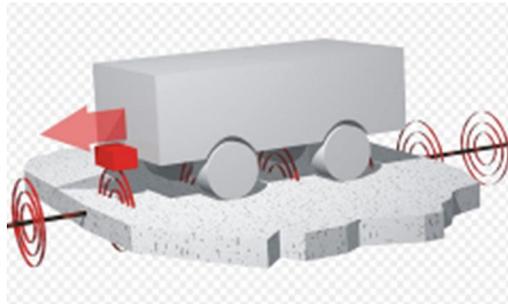


ILUSTRACIÓN 8. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GUIADO MEDIANTE CABLE. FUENTE: GÖTTING KG

- **Sistema de guiado mediante cinta o pintura magnética:** se utiliza para guiar al vehículo en aplicaciones que son relativamente sencillas y donde la flexibilidad es primordial. La cinta magnética permite a los clientes cambiar fácilmente sus trayectorias de guiado simplemente parando y recolocando la cinta.



ILUSTRACIÓN 9. EJEMPLO DE GUIADO DE AGV MEDIANTE CINTA MAGNÉTICA. FUENTE: ROBOTEQ

- **Sistema de guiado por láser** es un sistema de navegación no guiado por hilo, que utiliza puntos objetivos en localizaciones predecibles. Con más de la mitad de los AGVs usando el sistema de guiado por láser, es el sistema de navegación más popular en América del Norte y Europa Occidental. Un láser a bordo refleja los objetivos situados en el suelo en columnas, paredes, máquinas o postes que están situados a unos 25 pies de distancia. El sistema mide automáticamente la distancia y el ángulo de la luz reflejada para calcular y ajustar la posición del AGV en las trayectorias de guía previamente planificadas.

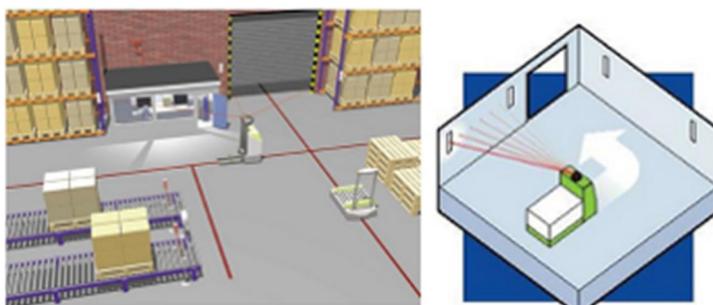


ILUSTRACIÓN 10. SISTEMA DE GUIADO AGV POR LÁSER. FUENTE: ATAB

- **Sistemas de navegación inerciales o giroscópicos**, que se utilizan a menudo en instalaciones con una cantidad significativa de almacenamiento aleatorio en el suelo, que puede interrumpir una señal láser. El giroscopio de abordaje detecta muy pequeñas desviaciones en la dirección del AGV o del viaje, mientras que los pequeños imanes o etiquetas de RF pasivas se instalan en el suelo aproximadamente cada 25 pies para servir como puntos de posicionamiento.
- **Sistemas de imagen basados en cámaras**, son la tecnología de orientación más reciente, y según la compañía JBT, los AGVs cada vez más populares, debido no tanto a la detección de los obstáculos sino al sistema de reconocimiento de carga. La imagen basada en cámara se utiliza en varias aplicaciones móviles robóticas.

1.1.4 Vehículos de Guiado Automático: soluciones existentes en el mercado

Actualmente, existen en el mercado diferentes tipos de soluciones de AGVs. A continuación, se muestran algunas de las soluciones ⁹ más destacadas existentes en el mercado de los AGVs/fabricantes:

AUTOMATISMOS Y SISTEMAS DE TRANSPORTE INTERNO – ASTI¹⁰

La compañía burgalesa ASTI cuenta actualmente con tres soluciones de AGVs que se pueden emplear en diferentes sectores de interés (alimentación, aeronáutica, automoción, salud, etc.).

- **AGVs EasyBot:** Los EasyBots son vehículos especialmente concebidos para el sector de la automoción. Están caracterizados por su sencillez en su uso y resultan de gran utilidad en la automatización de las cadenas de ensamblaje.

⁹ http://www.expo21xx.com/material_handling/agv_warehouse.htm

¹⁰ <http://asti.es/es#services>



ILUSTRACIÓN 11. AGV EASYBOT. FUENTE: ASTI

- **AGVs RoboFasts:** Los RoboFast con AGVs para el transporte de cargas paletizadas. Destacan por su flexibilidad ya que el rango de pesos y formato de la carga que soportan es muy amplio amoldándose a una gran variedad de mercancías.



ILUSTRACIÓN 12: AGV ROBOFAST. FUENTE: ASTI

- **AGVs HardBots:** Los Hardbots son AGVs que están especialmente diseñados para el transporte de cargas de grandes dimensiones y elevados pesos. Son extremadamente precisos, necesario para salvaguardar la integridad de la mercancía que transportan así como de las personas con las que trabajan.



ILUSTRACIÓN 13. AGV HARDBOTS. FUENTE: ASTI

BA SYSTÈMES (FRANCIA)

Compañía francesa especializada en logística industrial que cuenta con varias soluciones de AGVs, que se pueden emplear en diversos sectores de interés (agroalimentación, papel, industria farmacéutica, logística, etc.). A continuación se muestran las soluciones más destacadas:

- **Fork over legs AGV:** Vehículo compacto y automatizado para ambientes de producción restringidos. Compacto y versátil, opera con facilidad en las líneas de producción, lo más cerca posible de los operarios y sus necesidades.
- **Counterbalanced AGV:** Robusto vehículo automatizado para todo tipo de manejo de cargas. Su diseño de horquillas delanteras contrabalanceadas se adapta a cualquier tipo de manipulación de cargas que se conecta con transportadores, bastidores o directamente en el suelo.
- **Powered Conveyor AGV:** Un vehículo automatizado eficiente para altos índices de producción. Diseñado para manejar altos caudales, el CM se utiliza para transferencias entre líneas de producción y embalaje, y también entre áreas de recepción, transporte y almacenamiento.
- **Very narrow aisle AGV:** Un vehículo automatizado rápido para la automatización de almacenamiento de gran altura. Este vehículo ofrece una solución de manipulación automatizada para sistemas de almacenamiento que combinan el apilamiento de alto nivel con pasillos muy estrechos. Las cargas son recogidas y colocadas lateralmente.

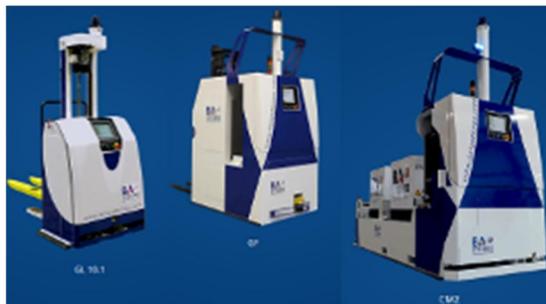


ILUSTRACIÓN 14. EJEMPLOS DE SISTEMAS AGVS DE BA SYSTÈMES. FUENTE: BASYSTEMS.COM

- **DS Automotion (Austria):** Proveedor austriaco de AGVs con amplia experiencia en diferentes tecnologías de navegación (tanto mediante guiado magnético, óptico o inductivo por pistas, como por guiado libre de navegación a través de guiado por referenciado de puntos magnéticos, navegación láser o navegación en base al entorno - SLAM), que presenta diferentes soluciones de AGVs para diferentes sectores de interés: automoción, impresión y papel, hospital y asistencia sanitaria, intralogística y agricultura entre otras.



ILUSTRACIÓN 15. SISTEMA AGV EN AUTOMOCIÓN. FUENTE: DS AUTOMOTION

FROG AGV SYSTEMS (HOLANDA)

Los sistemas AGVs de Frog AGV pueden manejar todas las necesidades de manipulación de materiales, desde piezas pequeñas en cajas de 50 libras hasta pellets e incluso bobinas de acero o contenedores de 50 toneladas o más.

- **Box Runners:** BoxRunners son sistemas AGVs desarrollados por Frog para transportar cargas pequeñas: cartón o cajas de metal o ballets de plástico. Los vehículos son pequeños y las cajas ligeras. Pueden utilizarse varios tipos de transfers de cargas, pero los más comunes son los de tipo rollerdecks (cubiertas de rodillos) y belt shuttles. Este tipo de AGVs son usualmente alimentados por baterías de NiCd, y por seguridad, los vehículos están equipados con sensores de detección de obstáculos infrarrojos BEJO, tiras de contacto (contact strips) y parachoques flexibles (flex bumpers).

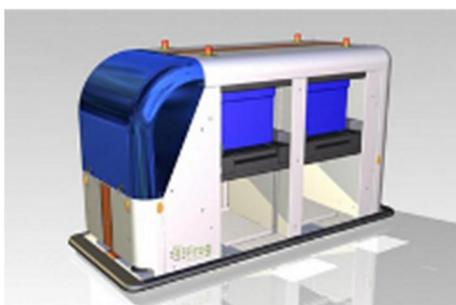


ILUSTRACIÓN 16. AGV DE TIPO BOX RUNNER. FUENTE: FROG AGV SYSTEMS

- **PalletMovers:** PalletMovers son sistemas AGVs para transporte de pallets de todos los tamaños. La carga en sí puede ir desde botellas de vidrio a grandes ordenadores, impresoras o chapas de acero. Este tipo de sistema puede ser de carga simple o doble carga, y está equipado habitualmente con un *rollerdeck* o un transportador de cadena. Los sistemas de transporte de pallets de cargas pesadas suelen utilizar baterías de plomo y sensores de Sick para seguridad.

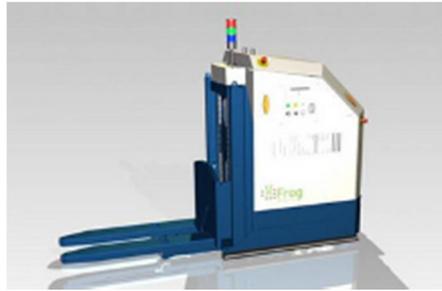


ILUSTRACIÓN 17. AGV PALLETMOVERS. FUENTE: FROG AGV SYSTEMS

- **SpecialCarriers:** Son sistemas de AGV especialmente adaptados para cargas específicas. Los vehículos se utilizan para transporte de cargas pesadas o tamaños raros. Se han realizado aplicaciones especiales en la industria siderúrgica (Avesta, Corus) y en el sector médico (compañía UMC Health System). La serie de sistemas AGV de tipo SpecialCarriers personalizados varían ampliamente en tamaño, carga (tipo y peso), transferencia de carga y entorno operativo.

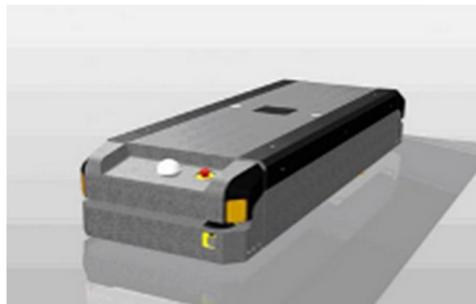


ILUSTRACIÓN 18. AGV SPECIALCARRIERS. FUENTE: FROG AGV SYSTEMS

INDEVA (ITALIA)

- **INDEVA® AGV** – Modelo estándar: el AGV sigue una cinta magnética, que se coloca rápida y fácilmente a lo largo de la ruta requerida. Cada estándar se puede configurar para diferentes funciones y se puede actualizar con una gama de accesorios opcionales.
- **INDEVA® AGV** – Soluciones personalizadas: este AGV personalizado está diseñado específicamente para cumplir con requisitos especiales operacionales y de lugar, en cuanto a estructura, diseño, tamaño y programa.



ILUSTRACIÓN 19. MODELOS ESTÁNDAR Y PERSONALIZADO DE AGVS DE INDEVA. FUENTE: INDEVA AGV

JBT¹¹ AGVS (EE.UU):

- **Blank Handling Automatic Guide Vehicle:** Vehículo de carga estándar de tipo plataforma transportadora con un accesorio de manipulación de carga personalizado diseñado para transportar piezas de acero de hasta 30 toneladas.
- **Custom Fixture Automatic Guided Vehicle:** Este vehículo autónomo con contrapeso dispone de un accesorio de manejo de carga personalizado para manejar componentes pesados tales como piezas de motor.
- **Custom Lift Deck:** Vehículo AGV con cubierta de elevación y accesorio de manipulación de la carga por encargo, que ha sido diseñado para transportar grandes electrodomésticos de cocina durante el proceso de fabricación.
- **Large Roll:** Vehículo de carga unitaria estándar con una cuna de carga personalizada para manejar grandes rodillos de hasta 15 toneladas.



ILUSTRACIÓN 20. EJEMPLO DE SOLUCIONES AGV DE JBT. FUENTE: JBT AGVS

¹¹ <http://www.jbtc-agv.com/en/Solutions/Products>

PLATAFORMAS MÓVILES¹² DE KUKA

- **KUKA Mobile Platform 1500:** Autónomo, omnidireccional y flexible, el KMP 1500 es una plataforma controlada de forma autónoma que se integra perfectamente en el proceso de producción. El vehículo también es muy adecuado para el taller de carrocería. El KMP 1500 maneja de forma independiente y autónoma el transporte de productos a través de todas las etapas del proceso.
- **KUKA omniMove:** Extremadamente fuerte, el KUKA omniMove es la plataforma móvil perfecta para transportar los componentes más pesados.
- **KUKA Triple Lift:** El KUKA Triple Lift está diseñado para trabajar en alturas, la plataforma de elevación puede alcanzar una altura de hasta ocho metros.
- **KUKA flexMOVER:** El principio modular hace a este vehículo guiado autónomo adecuado para un amplio espectro de aplicaciones. Los sensores aseguran que los vehículos naveguen con precisión.



ILUSTRACIÓN 21. EJEMPLOS PLATAFORMAS MÓVILES DE KUKA. FUENTE: KUKA ROBOTICS

ROBOTNIK AUTOMATION¹³ SLL (ESPAÑA)

- **Robot autónomo AGVS:** AGV de Robotnik es un robot autónomo eléctrico con una tracción basada en dos motores que controlan dirección y tracción. El robot dispone de un chasis de bajo perfil. El chasis, fabricado en acero y aluminio, soporta en su estructura las baterías, la motorización y transmisión, así como un eje eléctrico que permite accionar la mesa elevadora, capaz de levantar 500kg de carga. En ambos extremos el chasis da soporte a un sensor láser de navegación, ubicado a la altura y orientación oportuna para la detección de personas.

¹² <https://www.kuka.com/en-de/products/mobility/mobile-platforms>

¹³ <http://www.robotnik.es/robots-moviles/autonomo-agvs/>



ILUSTRACIÓN 22. SOLUCIÓN AGV DESARROLLADA POR ROBOTNIK. FUENTE: ROBOTNIK AUTOMATION

1.1.5 Vehículos Aéreos No Tripulados: diferencias entre UAV, RPA y drone

La novedad de su llegada a las aplicaciones civiles dificulta la existencia de un consenso en su definición, que cuestiona en determinadas ocasiones si un determinado sistema responde o no, al concepto de aeronave no tripulada o tripulada a distancia.

Aunque se suele hablar de los denominados **vehículos aéreos no tripulados** (UAV-Unmanned Aerial Vehicle) o comúnmente conocidos como **Drones**, el término aceptado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es el de **RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)** y ya se utilizan en aplicaciones militares o en el sector de las comunicaciones (entretenimiento, fotografía, vigilancia, etc.) desde hace tiempo, sin embargo, su uso en la logística todavía no está extendido y se está trabajando en su regulación. Tanto es así, que recientemente el comité de transportes y turismo del Parlamento Europeo ha presentado un proyecto de **informe relativo a la regulación de los Drones a escala europea**.

Profundizando más en cada uno de los términos, se define un **sistema aéreo no tripulado** (UAS Unmanned Aircraft) como aquel sistema compuesto por **uno o más vehículos aéreos no tripulados** (UAV) y todos aquellos **elementos necesarios para su operación** (sistemas de control, comunicaciones, medios de lanzamiento y recuperación, elementos de transporte, etc.) y equipos de apoyo asociados. Generalmente los UAS están compuestos por un segmento aéreo y un segmento de terreno¹⁴.

Un UAV se caracteriza porque es capaz de realizar una misión si necesidad de tener una tripulación embarcada. Debe entenderse, que esta condición no excluye la existencia de piloto, controlador u otros operadores, que pueden realizar el trabajo desde tierra. Por lo tanto, en función de si hay o no un piloto remoto, serían **aeronaves autónomas o aeronaves tripuladas por control remoto**, en general se utiliza el término **UA (Unmanned Aircraft)** para referirse a las aeronaves no tripuladas, sin tener en cuenta si son autónomas o tripuladas en remoto.

¹⁴ Ministerio de Defensa, “De los UAS a los RPAS – denominaciones y clasificaciones”, Febrero 2014.

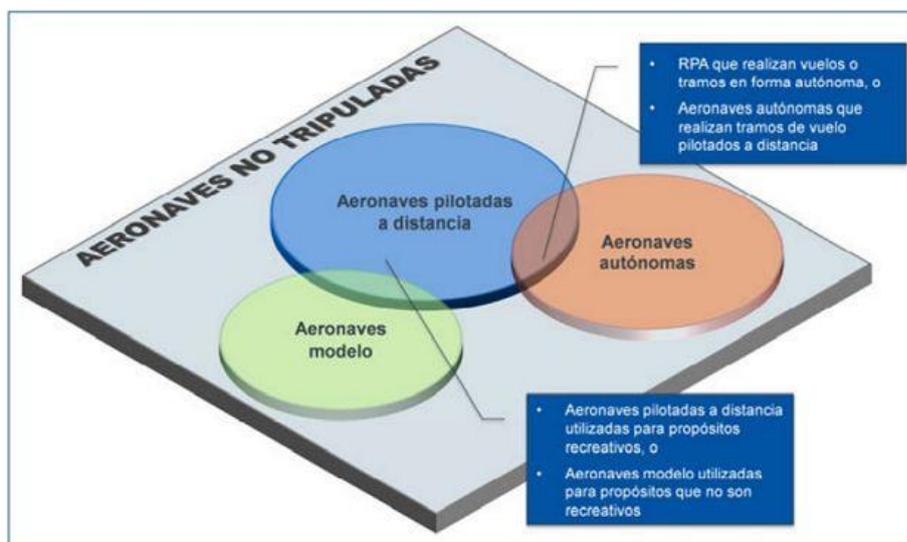


ILUSTRACIÓN 23: TIPOS DE UNMANNED AIRCRAFT (UA). FUENTE: OACI

Recientemente ha aparecido el concepto de **RPA (Remotely Piloted Aircraft)**, para denominar las aeronaves controlados de forma remota. Aunque el acrónimo UAS está más extendido y es el que más organizaciones internacionales han adoptado, como es el caso de US FAA (Federal Aviation Administration of US), la EASA (Agencia Europea de Seguridad Aérea), la ICAO (Organización de la Aviación Civil Internacional) y la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte), recientemente cuestiones legales o regulatorias, especialmente para su uso en el ámbito civil, plantean que conceptualmente la designación más apropiada sea la de RPA para denominar a una aeronave no tripulada que es pilotada de manera remota, y por lo tanto **RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems)**, considerando el vehículo y el sistema de control. De forma práctica, parece que este término sería más aceptado socialmente al asegurar que una persona se hace cargo del sistema, especialmente en situaciones de avería.

Las **aeronaves completamente autónomas** son aquellas en las que no existe control efectivo del piloto remoto sobre la aeronave, en todo o parte del vuelo, es decir, son programadas automáticamente. Estas aeronaves plantean problemas importantes para garantizar la seguridad y sobre todo para asignar responsabilidades en caso de accidente, por lo que su incorporación no está prevista a corto plazo en el mundo civil, y no están autorizadas para su uso ni por la ICAO ni por la UE.

Por lo tanto, es importante tener en cuenta que todos los RPA son UAV, ya que son vehículos aéreos no tripulados, pero no todos los UAV son RPA, ya que para ello deben estar controlados por una persona.

En general, parece que el término más aceptado para el uso civil es el de RPA/RPAS, mientras que el de UAS/UAVS se restringe al ámbito militar.

En cuanto al término **Drone**, según la AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea), se trata de una aeronave pilotada por control remoto. Así se llamaba tradicionalmente a algunas de estas aeronaves de uso militar y en la actualidad se ha extendido este nombre a todas las aeronaves pilotadas por control remoto, tanto militares como civiles. Aunque, una aeronave pilotada por control remoto técnicamente se considera drone cuando tienen un uso comercial o profesional. Cuando el uso de estas aeronaves tiene exclusivamente un fin deportivo o de recreo, son consideradas **Aeromodelos**, y se rigen bajo la normativa de éstos.

Sin embargo, a pesar de que el término se haya popularizado en los últimos años y sea el que más aparece en prensa, los profesionales del sector prefieren utilizar los términos expuestos anteriormente (UAS/RPAS).

Este informe se centra en los RPAS, aunque se dará una visión global del conjunto de UAVS. En cuanto a la terminología, se usarán indistintamente los términos RPAS y Drone.

1.1.6 Vehículos Aéreos No Tripulados: características

Como ya se ha mencionado, de manera general los UAS están compuestos por un **segmento aéreo** y un **segmento terreno**.

- **Segmento aéreo:** está constituido por la plataforma aérea, su carga útil y la parte del sistema de comunicaciones que lleva embarcado, tanto para el control de vuelo como para la transmisión de datos obtenidos.
- **Segmento terreno:** incluye la estación y el sistema de control de la o las plataformas y los equipos de comunicaciones y estación necesarios para realizar el control del vuelo, recibir la información obtenida por los sensores, analizarla y transmitirla a los usuarios. Este segmento de tierra incluye también los elementos de lanzamiento y recuperación de las plataformas aéreas y el equipamiento necesario para su despliegue y protección.

Por lo que respecta al término **RPAS**, las **principales características** de estas aeronaves son¹⁵:

- Es un sistema complejo que deben trabajar de forma coordinada.
- Incluye una aeronave, que como tal debe cumplir las reglas del aire.
- Está permanentemente bajo el control de un piloto humano.
- El piloto no se encuentra a bordo de la aeronave sino que la pilota a distancia en una estación remota, comunicada con la aeronave normalmente mediante un enlace de radio.

¹⁵ AERPA “Asociación Española de RPAS”, Junio 2014.



ILUSTRACIÓN 24: ELEMENTOS QUE INTEGRAN UN RPA. FUENTE: BBVA INNOVATION CENTER, 2015

1.1.7 Vehículos Aéreos No Tripulados: clasificación

En la actualidad **no existe una clasificación universalmente aceptada** para los UAS, sino múltiples taxonomías que se suelen entremezclar. Lo mismo ocurre con los RPAS, si bien como se verá más adelante, unos tipos de aeronaves han tenido más éxito que otros.

El hecho de que no exista una taxonomía estándar se debe a la **gran diversidad de UAS existentes**, a las múltiples misiones que estos pueden desempeñar y sobre todo, al hecho de que los UAS no consisten únicamente en una aeronave (UAV) sino que agrupa en un mismo sistema a una o varias aeronaves, un sistema de comunicaciones, un sistema de lanzamiento y recuperación, etc.

- **Por las características físicas de UAV:** dentro de este tipo pueden encontrarse a su vez clasificaciones por masa, tamaño (mini, micro, etc.), método de generación de sustentación (ala fija, ala rotatoria, VTOL - Vertical Take Off and Landing), autonomía de vuelo, velocidad, techo de vuelo, etc. Un subgrupo habitual es el que clasifica los UAS en función de su peso máximo de despegue (MTOW). El MOTW está relacionado, por un lado con la capacidad máxima de carga de pago (carga útil) o la autonomía en vuelo, y por otro lado, dicho parámetro está directamente vinculado con la energía cinética en el momento de un eventual impacto sobre el suelo, que determinará el riesgo asociado a los accidentes.
- **Por la misión específica:** el núcleo principal de un sistema aéreo no tripulado son las cargas de pago embarcadas (carga útil), puesto que determinarán las misiones desempeñadas por cada sistema particular. Por ello, en ocasiones estos sistemas se clasifican en función de las mismas. Tal es el caso, por ejemplo, de las categorías ampliamente empleadas en el ámbito militar: UCAS (UAS de combate) o UAS ISTAR (Misiones de inteligencia, vigilancia, localización de objetivos y reconocimiento).
- **Por el nivel de conducción de las operaciones:** otro tipo de clasificación, propio del ámbito militar también, es aquel que clasifica los UAS en función del nivel al cual prestan servicio. De esta manera, pueden encontrarse UAS de tipo táctico, operacional o estratégico.

- **Otros tipos de clasificación:** pueden encontrarse categorías menos habituales, como pueden ser las determinadas por el tipo de sistema de comunicaciones (LOS – comunicaciones en línea de visión directa -, o BLOS – comunicaciones vía satélite-).

A continuación se muestran algunas de estas clasificaciones:

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL NIVEL DE AUTONOMÍA¹⁶

Esta clasificación otorga valores al nivel de control autónomo (ACL) que va desde cero, para las aeronaves que dependen totalmente de un piloto remoto para la toma de decisiones, hasta un valor máximo de 10, para las aeronaves capaces de tomar toda clase de decisiones de forma autónoma.

ACL	Level descriptor
0	Remotely piloted vehicle
1	Execute preplanned mission
2	Changeable mission
3	Robust response to real-time faults/events
4	Fault/event adaptive vehicle
5	Real-time multi-vehicle coordination
6	Real-time multi-vehicle cooperation
7	Battlespace knowledge
8	Battlespace cognizance
9	Battlespace swarm cognizance
10	Fully autonomous

ILUSTRACIÓN 25: CLASIFICACIÓN AERONAVES EN FUNCIÓN DE SU NIVEL DE AUTONOMÍA.

FUENTE: XDRONES.ES

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PESO MÁXIMO DE DESPEGUE⁶

La clasificación se agrupa en 4 clases diferentes, siendo la clase cero las aeronaves de menor peso, con peso igual o inferior a los 25kg, y de clase 3 las aeronaves más pesadas que pueden alcanzar los 2.000Kg.

¹⁶ Industrienalagen-Betriebsgesellschaft mbh, CARE innovation action – preliminary study on integration of unmanned aerial vehicles into future air traffic Management, 2001

Class	MTOW (kg)	Range category	Typical max altitude (ft)
0	≤25	Close range	1,000 ft
1	25–500	Short range	15,000 ft
2	501–2,000	Medium range	30,000 ft
3	>2,000	Long range	Above 30,000 ft

ILUSTRACIÓN 26: CLASIFICACIÓN DE AREONAVES SEGÚN EL PESO MÁXIMO DE DESPEGUE (MTOW). FUENTE: XDRONES.ES

CLASIFICACIÓN MILITAR DE LA OTAN¹⁷

Una clasificación ampliamente aceptada es la adoptada por la OTAN en septiembre de 2011, también en función del peso máximo de despegue al igual que la anterior:

CLASIFICACIÓN UAV OTAN				
Clase (MTOW)	Categoría	Empleo	Altitud de operación AGL	Radio de Misión
CLASE I ≤ 150 Kg	MICRO < 2 Kg	Táctico, (Sección)	Hasta 200 pies	5 Km (LOS)
	MINI 2-20 Kg	Táctico (Compañía)	Hasta 1.000 pies	25 Km (LOS)
	LIGEROS > 20 Kg	Táctico (Batallón)	Hasta 1.200 pies	50 Km (LOS)
CLASE II ≤600 Kg	TACTICO	Táctico (Brigada)	Hasta 10.000 pies	200 Km (LOS)
CLASE III > 600 Kg	MALE (Medium Altitude Long Endurance)	Operacional	Hasta 45.000 pies	Sin Limite (BLOS)
	HALE (High Altitude Long Endurance)	Estratégico	Hasta 65.000 pies	Sin Limite (BLOS)
	Combate	Estratégico	Hasta 65.000 pies	Sin limite (BLOS)

ILUSTRACIÓN 27: CLASIFICACIÓN AERONAVES SEGÚN LA OTAN EN FUNCIÓN DEL MTOW. FUENTE: MINISTERIO DE DEFENSA

¹⁷ Ministerio de Defensa, “De los UAS a los RPAS – denominaciones y clasificaciones”, Febrero 2014.

CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MÉTODO DE SUSTENTACIÓN DE LA AERONAVE¹⁸

Se trata de la clasificación más comúnmente utilizada en el caso de aeronaves para el ámbito civil. Existen dos grandes grupos, por una parte los aerodinos, que son aeronaves más pesadas que el aire, y en segundo lugar los aerostatos, aquellas aeronaves cuya suspensión en el aire se debe al empleo de un gas más ligero que el propio aire.



ILUSTRACIÓN 28: CLASIFICACIÓN AERONAVES POR SU FORMA DE SUSTENTACIÓN. FUENTE: MANUEL OÑATE DE MORA

En el caso de los aerodinos aparecen categorías híbridas, que desarrollan parte del vuelo en forma de ala rotatoria, generalmente en el despegue y aterrizaje y posiblemente en alguna parte de la misión, aprovechando las ventajas de este tipo de sistemas, realizando una transición a ala fija para alcanzar de forma rápida y eficiente su objetivo.

CLASIFICACIÓN RPAS

Una vez analizadas las diferentes clasificaciones para las aeronaves no tripuladas, cabe destacar que cuando se habla de RPAS la clasificación más común es la basada en el método de sustentación de la aeronave. Concretamente, AERPAS (Asociación Española de RPAS) cita **dos tipologías de RPAS** más extendidos:

- De ala fija, más concretamente tipo avión.
- De ala rotatoria, concretamente las de tipo helicóptero y multirrotores.

A continuación se describen más en detalle este tipo de aeronaves:

¹⁸ Manuel Oñate de Mora, "Tipología de aeronaves pilotadas por control remoto", 2015.

De ala fija tipo avión

Este tipo de aeronaves utilizan un ala como la de un avión normal en lugar de rotores de elevación vertical, es por ello que sólo necesitan energía para avanzar, y no para mantenerse en el aire, lo que los hace **muy eficientes**, siendo los que presentan **mayor autonomía**. Según estén equipados con motor eléctrico o de explosión, pueden permanecer en el aire varias horas.

Por esta razón, también son los más adecuados para **abarcAR grandes extensiones de terreno**. Por otra parte, es **el más eficiente aerodinámicamente** hablando, ya que con la configuración adecuada, puede permanecer bastante tiempo sin necesidad de utilizar el motor gracias al planeo. Por otra parte, el hecho de poder planear hace que sea una **plataforma mucho más segura**, ya que en un supuesto fallo de motor puede planear hasta llegar al punto de aterrizaje.

Sin embargo, el ala fija, está preparado para unos fines muy específicos, lo que le resta versatilidad a la hora de ser utilizado. Su **principal desventaja** es que **no puede mantenerse en una posición fija**, lo cual también **dificulta el tema del aterrizaje y el despegue**. El no poder aterrizar y despegar verticalmente obliga a tener que acotar un extensión bastante grande de terreno, y que ésta sea plana y sin obstáculos. También posee una **reducida capacidad de carga de pago** (carga útil) respecto a su tamaño.

Otra desventaja es que su **coste suele ser mayor** y que el **aprendizaje** también es **más complejo** que por ejemplo los multirrotores.



ILUSTRACIÓN 29: EJEMPLO DE RPA DE ALA FIJA. FUENTE: FENERCOM

Multirrotor

Los multirrotores son la plataforma que más se ha extendido en los últimos años, debido principalmente a que proporciona una **gran versatilidad y eficacia** en las operaciones por su simpleza a la hora de ser pilotados y por la velocidad de montaje. Es una plataforma **muy estable**, debido a que los motores se encuentran a la misma distancia del centro de gravedad de la aeronave.

Según la cantidad de motores **se clasifican en** tricópteros (3 motores), cuadricópteros (4 motores), hexacópteros (6 motores) y octocópteros (8 motores). Y según la configuración de los brazos se clasifican en “Y”, “Y invertida”, “X”, “+” (cruz).

Por otra parte, también existen los **multirrotores coaxiales**, es decir, dos motores por brazo. Esto proporciona un ahorro en el peso del aparato por contar con la mitad de brazos, pero por el contrario se resta eficiencia aerodinámica.

A la hora de elegir un multirrotor u otro, se debe tener en cuenta que cuantos más brazos, más estabilidad y más seguridad, mientras que cuantos más motores, más propulsión y consumo.

Es importante destacar que pese a las muchas ventajas que ofrece un multirrotor, existe una desventaja importante que es la **baja autonomía**.



ILUSTRACIÓN 30: EJEMPLO DE RPA MULTIRROTOR. FUENTE: FENERCOM

Rotatoria tipo helicóptero

Mientras que los multirrotores tienen muchos rotores diferentes para sostenerlo, los RPA tipo helicóptero tienen un solo rotor. Los helicópteros son la herramienta más **polivalente** a la hora de realizar todo tipo de operaciones. Poseen una **gran capacidad de carga de pago y autonomía**, gracias a que sólo poseen un motor y una hélice de gran tamaño. Si se compara con un cuadricóptero, se está reduciendo a $\frac{1}{4}$ el consumo de energía. El helicóptero es mucho **más eficiente aerodinámicamente** que un multirrotor, ya que el helicóptero funciona a revoluciones fijas de motor gracias al paso variable de las hélices, mientras que el multirrotor varía las revoluciones del motor para mantenerse estable. Otra ventaja muy destacable es que si se dota de un motor de explosión, este puede permanecer en el aire alrededor de 1 hora, lo que es perfecto para operaciones como la fotogrametría.

Sin embargo, los helicópteros son bastante **complejos a nivel mecánico**, lo que obliga a tener que estar constantemente ajustándolo para que ofrezca un vuelo óptimo. También es bastante complicado a la hora de ser pilotado, y dominarlos suele llevar bastantes años de práctica. Además, las largas aspas del helicóptero suponen un problema de seguridad.



ILUSTRACIÓN 31: EJEMPLO DE RPA TIPO HELICÓPTERO. FUENTE: DRONESPAIN.COM

En la actualidad, **la inmensa mayoría de los RPAS para uso civil son multirrotores**, debido a que este tipo de aeronaves son muy adecuadas para las principales aplicaciones que se están desarrollando actualmente que son la **toma de imágenes y vídeos** para el sector audiovisual, que según AERPAS constituyen alrededor del 90% de la actividad.

Según la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) referida a las autorizaciones otorgadas hasta julio de 2016, el número de **operadores habilitados en España es de 1.521**. Estos operadores han registrado **2.931 aeronaves**, de las cuales **88 son de ala fija** y el resto de ala rotatoria, lo que constata que los sistemas basados en aeronaves de ala rotatoria superan ampliamente a las de otros tipos. Si bien es previsible que en el futuro, a medida que se vayan desarrollando aplicaciones de ejecución más compleja, cubriendo mayores distancias y desarrolladas a mayor altura sobre el terreno, los sistemas de ala fija aumenten, al igual que ocurre en el ámbito militar.

A modo de resumen:

MULTI-ROTORES	ALA FIJA
<p>Despegue y aterrizaje vertical, lo que reduce las necesidades de espacio.</p> <p>Posibilidad de volar a un punto fijo a muy baja velocidad.</p> <p>Mayor maniobrabilidad y precisión de vuelo.</p> <p>Permite embarcar cargas de pago más voluminosas.</p>	<p>Más eficientes a igualdad de tamaño.</p> <p>Mayor autonomía.</p> <p>Pueden volar a mayor velocidad, lo que significa cubrir distancias o áreas mayores.</p> <p>Huella sonora inferior.</p> <p>Mayor rango climático en términos de temperatura, viento y lluvia.</p>

TABLA 1: PRINCIPALES VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE ALA FIJA Y ROTATORIA. FUENTE: MANUEL OÑATE DE MORA

CLASIFICACIÓN SEGÚN SESAR¹⁹

Otra clasificación más reciente y específica para RPAS es la descrita por el European RPAS Steering Group (ERSG) en el Roadmap publicado en 2013 para la integración de los RPAS en el sistema europeo de aviación.

1. **Operaciones VFR (Visual Flight Rules) o IFR (Instrument Flight Rules), por encima de 500 pies y por encima de la altitud mínima de vuelo.**

Las Reglas de Vuelo Visual (VFR), son el conjunto de normas contenidas en el Reglamento de Circulación Aérea y que establecen las condiciones suficientes para que el piloto pueda dirigir su aeronave, navegar y mantener la separación de seguridad con cualquier obstáculo con la única ayuda de la observación visual. Bajo VFR, el piloto dirige su aeronave manteniendo en todo momento **contacto visual con el terreno**, aunque le está permitido utilizar los instrumentos de vuelo a bordo como ayuda suplementaria.

Por su parte, las Reglas de Vuelo Instrumental (IFR), son el conjunto de normas y procedimientos recogidos en el Reglamento de Circulación Aérea que regulan el vuelo de aeronaves con base en el uso de instrumentos para la navegación, lo cual implica que **no necesariamente debe tener contacto visual** con el terreno.

- a. **Operaciones RLOS** (radio line of sight): en un espacio aéreo no separado, en el que está presente el controlador. La capacidad "Detect and Avoid" es necesaria: capacidad de la aeronave de detectar y evitar todo peligro u obstáculo en su camino, no sólo otro tráfico aéreo sino también el relieve, aves, condiciones meteorológicas adversas (fuertes turbulencias, granizo, tormentas).
 - b. **Operaciones BRLOS** (más allá de RLOS): cuando no se puede estar en contacto por radio y son necesarios otros sistemas como el satélite.
2. **Operaciones VLL (Very Low Level)**: se trata de operaciones no estándar no incluidas en las categorías VFR o IFR antes mencionadas. No están por encima de los 500 pies.
 - a. **VLOS** (Visual Line of Sight): vuelos en los que el piloto puede tener **control visual continuo** de la aeronave.
 - b. **E-VLOS** (Extended Visual Line of Sight): operaciones en las que el contacto directo con la aeronave se satisface utilizando medios alternativos, en particular operadores en contacto permanente por radio con el piloto.
 - c. **B-VLOS** (Beyond VLOS): vuelos que se realizan **sin contacto visual** directo con la aeronave.

A continuación se muestra el Roadmap que prevé la evolución de los RPAS en base a esta última clasificación²⁰:

¹⁹ <http://www.sesarju.eu/>

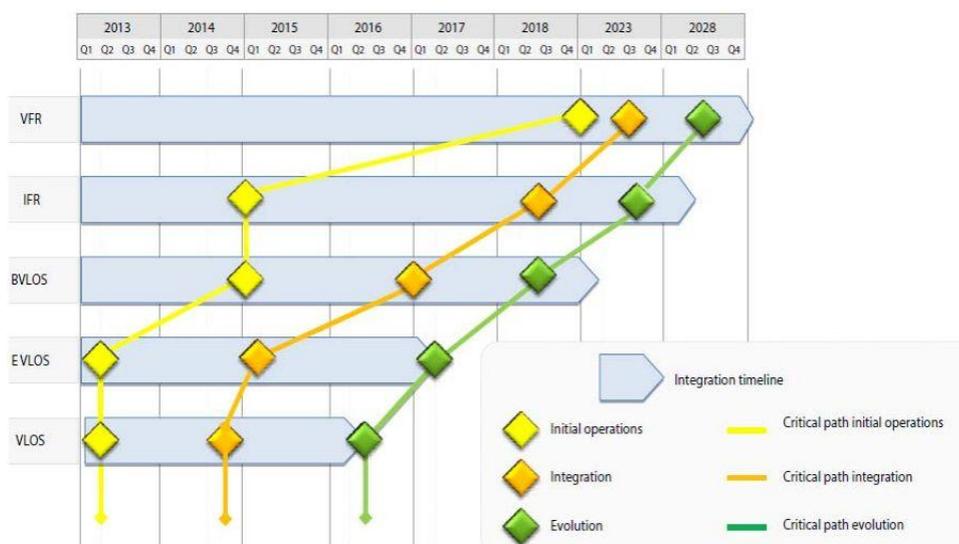


ILUSTRACIÓN 32: ROADMAP EVOLUCIÓN RPAS. FUENTE: EUROCONTROL

1.1.8 Vehículos Aéreos No Tripulados: modos de operación

En esencia existen **cuatro modos de operación** en cuanto a la forma de pilotar una aeronave de forma remota, con un grado de automatización creciente²¹:

- **Modo manual:** el piloto remoto actúa sobre las superficies de control y la potencia de los motores, a través de una emisora de radiocontrol.
- **Modo asistido:** similar al modo manual, pero el piloto remoto no interviene directamente sobre las superficies de control o los motores, sino que indica sus intenciones (girar a la derecha, subir, etc.), desde el puesto de radiocontrol, y el autopiloto las transforma en actuaciones que logren ese propósito
- **Modo automático:** el piloto remoto traza un plan de vuelo, es decir, un número de puntos de paso o «waypoints» antes del inicio del vuelo. La aeronave dispone de un piloto automático que sigue el plan previsto, realizando automáticamente las acciones requeridas en cada momento. Aun así el piloto mantiene el control en todo momento, pudiendo modificar los puntos de paso durante el vuelo, ejecutar maniobras predeterminadas o incluso tomar el control directamente, bien sea de forma manual o asistida.
- **Modo autónomo:** similar al modo anterior, en cuanto que se establece un plan de vuelo con predeterminado, pero una vez iniciado el vuelo la aeronave ejecuta el plan de forma totalmente autónoma, sin necesitar la intervención del piloto incluso en caso de situación de emergencia.

²⁰ <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/events/presentation/art-workshop-rpas-and-their-impact-on-atm-1-hoffman.pdf>

²¹ Manuel Oñate de Mora, “Tipología de aeronaves pilotadas por control remoto”, 2015.

Los **RPAS sólo pueden funcionar en alguno de los tres primeros modos**, no estando permitido el modo autónomo excepto en un caso de emergencia derivado de la pérdida de comunicaciones entre el piloto y la aeronave.

Los dos primeros modos requieren que la aeronave se encuentre a la vista del piloto o, por lo menos, que transmita información suficiente como para que el piloto cuente con suficiente conocimiento de la situación de la aeronave y de su entorno como para poder tomar decisiones adecuadas en cada momento. Por esta razón, los modos manual y asistido suelen estar restringidos a los **escenarios de vuelo en línea de vista visual** (“visual line of sight – VLOS).

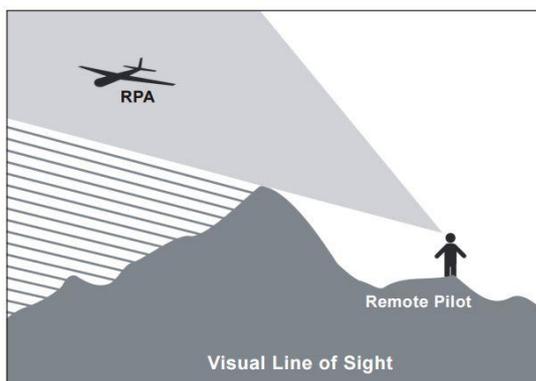


ILUSTRACIÓN 33: ESCENARIO DE VUELO EN LÍNEA DE VISTA VISUAL. FUENTE: ICAO

Por otra parte, el **modo manual** sólo se utiliza normalmente en las **aeronaves de ala fija**. Las de ala rotatoria, especialmente en el caso de los multirrotores, suelen utilizarse en modo asistido, por la dificultad de un piloto humano de coordinar todas las acciones requeridas para mantener la aeronave en equilibrio y ejecutar las maniobras deseadas. En ambos casos se requiere de una considerable destreza por parte del piloto para controlar la aeronave desde tierra.

Por esta razón, existe una **tendencia** a utilizar de forma exclusiva **RPAS en modo automático**, o por lo menos en una forma de modo asistido en la que el piloto recibe una imagen tomada por una cámara dirigida hacia delante, denominada **visión en primera persona** (First person view o FPV), lo que permite actuar como si estuviera embarcado en ella. Estos dos sistemas son los únicos posibles en caso de vuelos más allá de la línea de vista.

Sin embargo, el modo automático también puede resultar indicado en vuelo en línea de vista para misiones rutinarias. La principal ventaja en este caso es la posibilidad de utilizar pilotos de menor capacitación y por lo tanto de reducir el coste de operación.

1.1.9 Vehículos Aéreos No Tripulados: marco regulatorio en España

En España, el Consejo de Ministros del 4 de julio de 2014 aprobó por primera vez un régimen temporal para las operaciones con aeronaves pilotadas por control remoto (**Ley 18/2014**). Esta norma aplicaba a las aeronaves de **peso inferior a los 150 kg al despegue**, y en ella se establecían las condiciones de explotación de las aeronaves para la realización de trabajos técnicos y científicos.

Esta regulación respondía a la necesidad de establecer un marco jurídico que permitiese el desarrollo en condiciones de seguridad de un sector tecnológicamente puntero y emergente. Se trataba por lo tanto, de un **reglamento temporal** que contemplaba los distintos escenarios en los que se podrán realizar los distintos trabajos aéreos y en función del peso de la aeronave²². Además, las condiciones aprobadas por la Ley 18/2014, se completan con el régimen general de la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, y establecen las condiciones de operación con este tipo de aeronaves, además de otras obligaciones

Actualmente hay un **borrador de la nueva regulación** para la utilización civil de las aeronaves controladas por control remoto, que **entrará en vigor en 2017** y que permitirá el uso de vehículos aéreos no tripulados o UAVs en **zonas urbanas, más allá del alcance visual o hasta operar de noche**. Ésta se aplicará a las aeronaves pilotadas por control remoto de masa máxima al despegue inferior a los 150 kg, regulando el régimen general aplicable en materia de matriculación y aeronavegabilidad, exceptuando las aeronaves pilotadas por control remoto de hasta 25 kg de masa máxima al despegue, que, no obstante, están sujetas a condiciones específicas para su pilotaje.

Hay que tener en cuenta que la normativa aplica a vuelos en el exterior, ya que si es **en interior**²³, entendiéndose un **recinto completamente cubierto**, AESA indica que se debe contar con el **permiso de los propietarios del recinto** los cuales deben autorizar el vuelo y en qué condiciones se realiza, siguiendo las recomendaciones básicas de seguridad.

Algunos de los principales cambios que incorpora la nueva norma son²⁴:

- **Volar en ciudades:** Podrán realizarse operaciones sobre aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o reuniones de personas al aire libre, por aeronaves cuya masa máxima al despegue no exceda de 10 kg, dentro del alcance visual del piloto (VLOS), a una distancia horizontal máxima del piloto de 100m, y a una altura máxima sobre el terreno no mayor de 120m. Además de hay que limitar el paso de personas o vehículos o, en otro caso, manteniendo una distancia horizontal mínima de seguridad de 150 m respecto de edificios u otro tipo de estructuras y de 50 m respecto de cualquier persona.
- **Vuelos dentro del alcance visual aumentado:** Para realizar operaciones a una distancia horizontal superior a 500m, se establecen las operaciones dentro del alcance visual aumentado (EVLOS) y la figura del observador. En estas operaciones el contacto visual directo con la aeronave se satisface utilizando medios alternativos, en particular, observadores en contacto permanente por radio con el piloto.
- **Vuelos fuera del alcance visual:** Podrán realizar vuelos fuera del alcance visual (BVLOS) las aeronaves con un peso inferior a 2 kg o aeronaves pilotadas por control remoto (RPA) que cuenten con sistemas, que permitan a su piloto detectar y evitar a otros usuarios del espacio

²² AEDRON, Asociación Española de Drones y Afines, 2016.

²³ http://www.seguridadaerea.gob.es/lang_castellano/cias_empresas/trabajos/rpas/faq/default.aspx

²⁴ <http://www.dronair.es/actualizacion-de-la-ley-sobre-el-uso-de-drones-en-espana>

aéreo. También se podrán hacer vuelos BVLOS, con equipos que no dispongan de estos sistemas, en espacio aéreo segregado.

- **Volar de noche:** La posibilidad de realizar vuelos nocturnos, hasta ahora prohibidos, con la autorización expresa de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, previa solicitud del operador acompañada del estudio de seguridad.
- **Volar en espacio aéreo controlado:** También se abre la posibilidad de volar en espacios aéreos controlados, siempre a una distancia superior a 8 km de cualquier aeropuerto o aeródromo, así como el acceso a espacio aéreo controlado o a una zona de información de vuelo (FIZ). Además, estas operaciones requerirán de un estudio de seguridad y de un radiofonista acreditado.

Por otro lado, se actualizan los procedimientos para las empresas y profesionales dedicados al mundo de las aeronaves no tripuladas. Las empresas fabricantes de cualquier tipo de aeronave serán responsables del diseño y la funcionalidad de esta, haciéndose responsable de problemas que puedan derivar de su fabricación. Además, se requerirá la entrega de las características técnicas y manual de mantenimiento, así como dar la formación necesaria para que los operadores puedan acreditar el correcto mantenimiento. Las empresas operadoras, también tendrán la obligación de tener un registro de mantenimiento, con un histórico de problemas y reparaciones de los Drones.

1.2 BREVE HISTORIA

1.2.1 Historia de los AGVs

Los sistemas de vehículos de guiado automático (AGVs) existen desde 1953²⁵. El inventor **Mac Barrett** ideó un método de automatizado del carro de remolque con hombre a bordo denominado **“Guide-O-Matic”**, que ha sido utilizado en las fábricas durante años.

Mac Barrett desarrolló una “pista” para que los vehículos la siguieran a través de un sistema embebido compuesto por un alambre en la planta de la fábrica. El primer sistema de guiado fue creado mediante unos sensores en el fondo del vehículo que buscaban un **campo magnético**. Un campo que fue creado a través de una corriente que atravesaba un alambre o serie de **alambres en el suelo**. Los códigos de las estaciones consistían en una serie de imanes (combinaciones norte/sur) en el suelo, que un vehículo leería para detenerse en dicha estación.

Los sistemas AGVs existieron a este nivel de tecnología hasta mediados de los años setenta. La llegada de los **controles de estado sólido** permitió que los sistemas se expandieran en capacidad y flexibilidad. Como resultado, se incrementó notablemente el número de aplicaciones. Los vehículos no sólo remolcaban trailers, sino que también se utilizaban en la entrega de cargas unitarias, sistemas de producción en proceso y sistemas de ensamblaje de vehículos.

²⁵ The History of AGVS (Savant automation) - <http://www.agvsystems.com/history-agvs/>

Hoy en día la tecnología sigue evolucionando. El alambre en el piso todavía está disponible para la aplicación apropiada, sin embargo, muchos sistemas están siendo diseñados hoy en día sin este alambre. Los vehículos están equipados ahora con sofisticados **sistemas informáticos de abordó** para comunicar, dirigir y administrar el sistema. Las nuevas configuraciones de vehículos también han proliferado. Los sistemas de remolque AGV básicos todavía existen, sin embargo, los sistemas de llamada automática, carga de oportunidad, carga/descarga automática y acoplamiento y desacoplamiento automático están ahora disponibles para la correcta aplicación de remolque.

Los **sistemas de carga unitaria** también han sido redefinidos a partir de generaciones anteriores, y actualmente están disponibles nuevas soluciones de carga, tales como plataformas de carga múltiples, sistemas de accionamiento parásito, fijación personalizada, etc.



ILUSTRACIÓN 34. PRIMER AGV “GUIDE-O-MATIC “DESARROLLADO POR MAC BARRETT. FUENTE: SAVANT AUTOMATION

1.2.2 Historia de los Vehículos Aéreos No Tripulados

La historia de las aeronaves no tripuladas tiene sus raíces en el desarrollo de los llamados **“torpedos aéreos”** antecesores de los actuales misiles crucero. El término vehículo aéreo no tripulado (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) no se popularizó hasta los años 90 para describir a las aeronaves robóticas y reemplazó al término vehículo aéreo pilotado remotamente (**RPV – Remotely Piloted Vehicle**) el cual fue utilizado durante la guerra de Vietnam y con posterioridad.

Los términos UAV y RPV no son más que dos entre cerca de la docena de nombres que han ido recibiendo las aeronaves robóticas no tripuladas a lo largo de su existencia, tal y como se representa gráficamente en la siguiente figura. Cabe destacar, que tal y como se verá en el siguiente apartado, el último de los acrónimos, que es el de **RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)** es el último término reconocido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

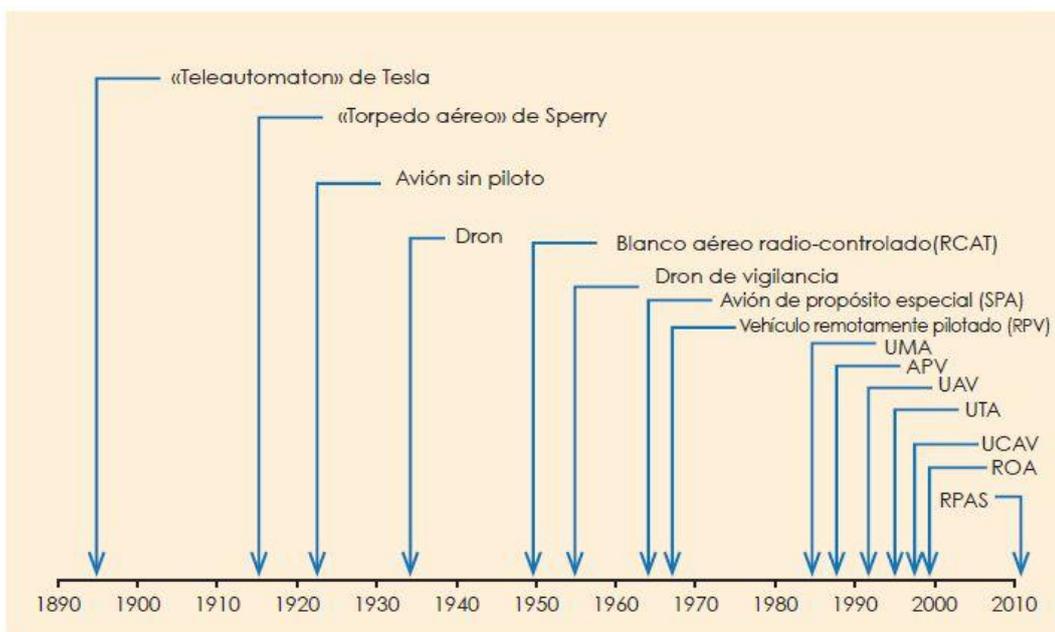


ILUSTRACIÓN 35: CRONOLOGÍA DE LOS NOMBRES APLICADOS A LAS AERONAVES ROBÓTICAS. FUENTE: FENERCOM

A finales del siglo XIX, **Nicola Tesla**, ingeniero, físico e inventor, preconizó el uso de ingenios no tripulados o controlados a distancia. Pero fue el inventor y empresario norteamericano Elmer Sperry, junto con su hijo Lawrence y Peter Cooper Hewitt, los que establecieron las bases tecnológicas del radio control y el guiado inercial. En 1917 los **Sperry y Cooper** inventaron un giróscopo estabilizador automático que ayudaba a mantener una aeronave en vuelo estable, recto y nivelado. A partir de estos inventos, el ejército de Estados Unidos encargó al ingeniero Charles Kettering el diseño de una aeronave que tuviera capacidad de actuar como un torpedo aéreo.

El proyecto de las máquinas voladoras no tripuladas se centraba en la idea del desarrollo de **armas de largo alcance** que tenían el objetivo atacar al enemigo. El problema era que esas máquinas muy pocas veces daban en el blanco, es decir normalmente no cumplían con el objetivo.

Después de la Primera Guerra Mundial, entre las décadas de 1920 y 1930, la Armada de los Estados Unidos llevó a cabo experimentos incluyendo por primera vez la técnica de radiocontrol para mejorar la precisión de aquellas máquinas, un proceso que tuvo sus altibajos pero que logra finalmente en 1938 incluir a los UAVs en la práctica de la artillería antiaérea. En esta época, **los UAVs comienzan a conocerse como drones**, que significaba algo que podía ser fácilmente reemplazado o descartado, no como una aeronave con piloto. La Segunda Guerra Mundial produjo una serie de innovaciones y experimentos, lo que hace que se diferencie claramente el desarrollo de misiles y del desarrollo de UAVs.

A partir de las décadas de 1950 y 1960, los drones empiezan a ser considerados para otras tareas, como obtener y recopilar información del enemigo en áreas peligrosas. El **Firebee Drone**, fue utilizado para ello en la Guerra de Vietnam con relativo éxito. Después de la Guerra de Vietnam, Estados Unidos e Israel comenzaron a desarrollar UAVS más pequeños y más baratos. Se trataba de pequeños aviones que incorporaban pequeños motores como los utilizados en motocicletas o máquinas de nieve. Estas aeronaves llevaban cámaras de video y transmitían imágenes a la ubicación del operador.

Entre 1970 y 1980, la **NASA** desarrollo aviones no tripulados para la toma de muestras atmosféricas a gran altitud, siguiendo en 1990 con otros programas para el desarrollo de UAVS para el soporte a investigaciones científicas, estos esfuerzos y mejoras que llevó a cabo la NASA inspiraron a pequeñas organizaciones a realizar investigaciones y modificaciones sobre los UAVs con el fin de adaptarlos a sus propias necesidades. El ejemplo más destacado de esta época fue el **proyecto ERAST** (Environmental Research Aircraft and Sensor Technology), y consistía en un UAV que podía volar hasta altitudes por encima de los 30.000 metros junto con una tecnología de vuelo prolongado, motor, sensores, etc.

Volviendo al ámbito militar, evidentemente el desarrollo y los avances se fueron dando durante el paso de los años y se siguen dando hasta la actualidad.

Por lo que respecta a las operaciones civiles, en la década de los 2000, aunque presentaban aplicaciones más diversas que las militares, no llegó a dar frutos, mostrando una evolución más positiva a partir de 2010. Además, la tecnología está apoyando esta tendencia, con la disponibilidad de **microprocesadores cada vez más baratos** y capaces de fomentar nuevos desarrollos en el ámbito civil.

1.3 VENTAJAS Y LIMITACIONES

1.3.1 Ventajas y limitaciones de los AGVs

Los vehículos guiados de forma automatizada o AGVs son comúnmente considerados como máquinas simples que realizan tareas simples en lugar del personal. Y aunque esto es cierto en algunos aspectos, la última década ha visto AGVs integrarse en muchas industrias y sectores diferentes como son el de la distribución **o logística**, la **fabricación**, **militar** o **asistencia sanitaria** entre otros.

Con este creciente auge en el uso de los AGVs, las preguntas lógicas que se plantean muchos negocios y empresas son las siguientes ¿Cómo se puede determinar si los AGVs se adaptan a una determinada industria o a ciertas operaciones industriales? ¿Cuáles son los pros y los contras que presentan los AGVs a tener en cuenta a la hora de decidir si utilizarlos o no?

A continuación ²⁶ se muestran brevemente los **principales beneficios e inconvenientes** asociados al uso de los AGVs:

VENTAJAS²⁷

- **Solución de diseño dinámica:** Mediante el uso de los AGVs y los enrutamientos inalámbricos, los vehículos de transporte pueden reprogramarse rápidamente para cambiar una determinada ruta u operación, eliminando la necesidad de costosos reequipamientos. De esta forma las nuevas direcciones, tareas o celdas de bajo se pueden crear de forma casi instantánea sin necesidad de instalar equipos físicos.
- **Aumento de la seguridad:** Los AGVs se programan teniendo en cuenta la seguridad y, como tal, están llenos de cámaras, láseres y otros sensores que les permiten trabajar con seguridad

²⁶ <http://www.conveyco.com/advantages-disadvantages-automated-guided-vehicles-agvs/>

²⁷ <https://www.bastiansolutions.com/blog/index.php/2011/09/01/advancement-of-the-automated-guided-vehicle-agv/#.WKQkdTifPPY>

alrededor del personal y las estructuras. Por el contrario, los equipos manejados por operadores humanos, como las carretillas elevadoras, no tienen tantos mecanismos de seguridad incorporados y, en última instancia dependen de la entrada/acción humana. Teniendo en cuenta que un operador humano siempre tiene el potencial de distraerse o cansarse, y provocar por tanto un accidente, éstas no son preocupaciones cuando se usan AGVs.

- **Aumento de la precisión y productividad:** Al reemplazar el elemento humano por AGVs, se elimina parte del potencial de flujos de trabajos inexactos, reduciendo en última instancia el desperdicio y aumentando el rendimiento, permitiendo que las operaciones sean más productivas y precisas. Además de las obvias mejoras en precisión y productividad, al integrar AGVs con un sistema de control o gestión de almacén, se pueden agilizar procesos como inventarios y pedido de materiales.
- **Sistemas modulares fáciles de expandir:** A medida que se expanden sus operaciones, es fácil añadir AGVs adicionales según sean necesarios, debido al diseño modular de los mismos. Esto le permite evitar una inversión inicial increíblemente alta, porque en lugar de comprar 20 o 30 AGVs a la vez, se puede comenzar con uno y dos y realizar una transición lentamente, expandiendo la flota a una operación parcialmente o completamente automatizada.

INCONVENIENTES

- **Inversión inicial potencialmente alta:** Básicamente, los AGVs aumentan el resultado neto para una operación reduciendo los costes laborales e incrementando la producción, pero tiene un coste: la inversión inicial. Comprar un AGV, en el corto plazo, es probable que vaya a ser más caro que la contratación de personal o el uso de otros equipos como montacargas.
- **Costes de mantenimiento:** Al igual que con cualquier equipo, los AGVs tendrán que ser sometidos a mantenimientos rutinarios y reparaciones ocasionales. Y aunque los AGVs no sean manejados directamente por los operarios, es probable que hay algún tiempo de inactividad operacional cuando el personal esté entrenado y los AGVs se implementen. Estos no es necesariamente una “desventaja” per se, sino que se debe tener en cuenta la posibilidad de un gasto ocasional.
- **No adecuado para tareas no repetitivas:** Los AGVs tienen más sentido en operaciones que se ocupan de tareas repetitivas, ya que eso es lo que están programadas para hacer. Si las tareas de sus operaciones tienden a ser no repetitivas, es probable que se puedan hacer más rápida y eficientemente por el personal que opera otros equipos (como una carretilla elevadora).
- **Disminución de la flexibilidad de las operaciones:** Los AGVs funcionan de acuerdo con los sistemas y procesos actuales, lo que puede dificultar el cambio rápido. Un modelo de negocio que tiende a reaccionar a las tendencias o que de otra manera es ágil puede no ser el mejor ajuste para AGVs.

1.3.2 Ventajas y limitaciones de los UAVs

Entre las **principales ventajas** de los RPAS está la posibilidad de ser utilizados en áreas de difícil acceso por tierra, destacando²⁸:

- **Menor tamaño:** y por lo tanto menor coste y posibilidad de realizar misiones que no son posibles con sistemas tripulados, así como la posibilidad de despliegue inmediato.
- **Inexistencia de personas a bordo:** elimina el mayor riesgo tradicional de la aeronáutica y permite realizar misiones peligrosas con riesgos menores.
- **Ventajas logísticas:** menor infraestructura, permite agilizar y abaratar las operaciones.

Por otra parte, el hecho de que la tripulación del avión se quede en tierra significa que la aeronave puede ser mucho más pequeña, lo que se traduce en una **reducción de costes** de fabricación, mantenimiento y operación de la aeronave, y por lo tanto, del coste de la hora de vuelo, o lo que es más importante, el de adquisición de la unidad de información deseada.

Además, el menor tamaño, combinado con la mayor automatización, permite llevar a cabo operaciones que no serían posibles con aeronaves tripuladas, como puede ser el **volar en interiores**, acercarse mucho más al objetivo y realizar maniobras de muy alta precisión utilizando radios de giro muy reducidos.

El menor tamaño también resulta en unas **menores necesidades logísticas**. En algunos casos, los RPAS se pueden desplegar desde terrenos no preparados, sin utilizar ningún tipo de infraestructura aeroportuaria, lo que puede resultar crítico en situaciones de emergencia y que en general, ahorra notablemente los costes de operación.

Las **principales limitaciones** derivan del pequeño tamaño, como son la **capacidad de carga, la autonomía** y especialmente las **condiciones meteorológicas** que puede soportar, sobre todo el viento. Aunque no existe ninguna limitación al tamaño de los RPAS, cuanto mayor es la aeronave, sus ventajas se verán reducidas.

1.4 TENDENCIAS

1.4.1 Vehículos de Guiado Automático

La tendencia²⁹ es clara: cada vez más empresas están descubriendo y decidiendo ir por el empleo de vehículos guiados automatizados (AGVs). Una de las razones es el desarrollo de **nuevos tipos de vehículos**, como los robots móviles, que amplían el alcance de lo que un AGV puede hacer. El rápido crecimiento del sector del comercio electrónico y la próxima generación de las industrias automovilísticas son también factores de conducción importantes (driving factors). A continuación se muestran algunas de las tendencias más destacadas a nivel de AGVs.

NUEVOS AGVs

Hace unos cuarenta años, se utilizaban los AGVs principalmente para el movimiento de bienes grandes y pesados en las máquinas. Los vehículos siempre eran personalizados para satisfacer las necesidades muy

²⁸ AERPAS, Asociación Española de RPAS.

²⁹ <http://ndcsolutions.com/news/agv-market-booming-silence/>

precisas de los clientes. Un ejemplo de ello es TetraPak, quien empezó a mover rollos de papel con AGVs en 1976 en su planta en Lund.

Hoy en día, hay muchos tipos de AGVs. La mayoría de ellos todavía se llaman AGVs, mientras que otros se denominan como carritos, robots móviles y *tuggers*. Una diferenciación debido a la aparición de nuevas categorías dentro de los AGVs, que es natural en cualquier mercado (ejemplo en la industria del automóvil con diferentes tipos de vehículos: *hatchback*, vehículos multiuso, vehículos utilitarios, etc.).

ALTO CRECIMIENTO

Una antigua tendencia en la industria de los AGVs es que cada año se producían alrededor de 4.000 AGVs en todo el mundo. El nuevo mercado de AGVs con nuevos tipos de vehículos derriba esa afirmación. En base a estadísticas recientes de Samuel Alexanderson, Product Marketing Manager de Kollmorgen, apunta a una **producción anual de 14.000 AGVs y vehículos derivados de AGVs en 2015**.

Unos datos muy positivos, y al mismo tiempo realistas debido el rápido crecimiento que está teniendo la **industria del comercio electrónico**, en donde se están utilizando una gran cantidad de carros automatizados para **movimientos ligeros, cortos y rápidos**. Además la agencia de estadísticas eMarketer espera que el sector se duplique en los próximos años, impulsado principalmente por el **mercado chino**.

Por otro lado los AGVs están también encontrando su camino de regreso a la industria automotriz. La navegación automatizada se abre paso para trabajar en celdas de trabajo aisladas y optimizadas en sistemas totalmente integrados, en una industria del automóvil con cada vez más inversiones e implantaciones de sistemas automatizados y robots industriales – un indicador clave para el crecimiento de los AGVs.

NUEVOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS³⁰

Durante los últimos años, las capacidades de los sistemas AGVs se han disparado a medida que el software y la tecnología de sensores han mejorado. Las empresas ahora ofrecen vehículos con mayor precisión, seguridad y eficiencia que nunca, gracias al empleo de algunas nuevas tecnologías, que se explican a continuación:

- **LiDAR** (Light Detection and Ranging Sensors): Cuando se coloca en un AGV, un sensor LiDAR transmite una colección de pulsos de láser que miden el rango entre los objetos y el propio vehículo. Estos datos compilados crean un mapa del entorno completo de 360º del área operacional, y el posterior mapeo permite al AGV navegar por toda la instalación sin ninguna infraestructura adicional.
- **Cámara Visión**: Las formas en las que la tecnología de cámara se puede aplicar a los AGVs se extiende más allá de la navegación. En el futuro, las cámaras podría mejorar cómo los vehículos detectan los pallets, permitiéndoles interactuar de forma más efectiva con los vehículos manuales. Esta tecnología también puede permitir que los vehículos autónomos funcionen más eficientemente dentro de las instalaciones.

³⁰ <http://www.conveyco.com/future-agvs-new-technology-keep-eye/>

- **AGV Modo Dual:** Los AGVs en modo dual, que pueden ser operados de forma manual o automática, han estado en el mercado durante años, pero con escaso éxito, debido a que la alternancia entre el modo manual y el automático resultó poco fiable e ineficaz. Sin embargo, con la precisión y fiabilidad de los sensores colocados en AGVs cada vez mayor, el futuro de los vehículos con futuro dual se presenta como más probable. Así, la mejora de la tecnología, combinada con un mayor conocimiento de las aplicaciones, va a permitir solucionar algunos problemas típicos que aparecen en este tipo de AGVs.
- **Software:** Incluso con estas piezas individuales que contribuyen al futuro de AGVs, el software sigue desempeñando el papel más importante en la evolución de la industria. Mediante la coordinación de funciones como la comunicación entre vehículos, la generación de pedidos y el control de tráfico, el software programado en los AGVs dicta la eficacia del sistema. Como tal, el conocimiento de la aplicación de desarrollo de software y equipos de ingeniería tiene el mayor potencial para transformar la industria AGV.

1.4.2 Vehículos Aéreos No Tripulados

La aviación civil contribuye a una **cadena de transporte logístico integrado** que persigue servir mejor a los ciudadanos y a la sociedad. La aviación añade valor al ofrecer conexiones rápidas, fiables y resistentes en una red global. En el **horizonte de 2050** se prevé que estén en funcionamiento una serie de **categorías diferentes de aeronaves diversas en tamaño, rendimiento y tipo**, algunas todavía con un piloto a bordo, pero otras muchas pilotadas de forma remota o completamente automatizadas³¹. La apertura del mercado europeo a los sistemas de aeronaves pilotadas de forma remota (RPAS) constituye por tanto un paso importante hacia el mercado de **la aviación del futuro**.

La tecnología de los RPAS ha madurado rápidamente en los últimos años y, al igual que otras tecnologías aeronáuticas anteriores, está lista para pasar de ser puramente militar a una **nueva tecnología fiable para uso civil**. A fin de explotar plenamente su potencial, los RPAS deben poder volar como tráfico aéreo normal e integrarse en el espacio aéreo no segregado con las aeronaves pilotadas normalmente, es decir, en el espacio aéreo abierto a todo el transporte aéreo civil³².

Los Estados miembros están empezando a autorizar las operaciones de RPAS en el espacio aéreo no segregado para responder a la demanda del mercado. A corto plazo, el mercado más prometedor radica en **ámbitos** tales como el control de las **infraestructuras o la fotografía**; a **más largo plazo**, podría ser el **transporte de mercancías** y, eventualmente, de personas. A lo largo de este documento se muestran ejemplos de distintas aplicaciones en diferentes sectores.

Actualmente, la expansión del mercado de los RPAS se ve inhibida por la ausencia de un **marco regulatorio** adecuado en la mayoría de los Estados miembros, y por la necesidad de obtener una autorización individual de cada Estado miembro en el que los fabricantes quieran vender o donde los proveedores quieran operar. Tanto los Estados miembros como la EASA están trabajando en las normas correspondientes para constituir un marco regulatorio común europeo.

³¹ Comisión Europea, (2011), "Flightpath 2050 ", Bruselas, p. 28.

³² Comisión Europea, COM(2014) 207 final, "Una nueva era de la aviación: abrir el mercado de la aviación al uso civil de sistemas de aeronaves pilotadas de forma remota de manera segura y sostenible", Abril-2014.

Por otra parte, todavía faltan **tecnologías clave** que permitan la integración segura de los RPAS. Los **esfuerzos en investigación y desarrollo (I+D)** se centrarán en la validación de estas tecnologías: mando y control, incluida la asignación y gestión del espectro; tecnologías de detección y evasión; protección de la seguridad contra ataques físicos, electrónicos o cibernéticos, etc.

Por otra parte, la **captura de información** por parte de los vehículos aéreos no tripulados va a ser determinante en los próximos años, generando un interrogante en torno al almacenamiento de dichos datos y a la infraestructura para transferirlos y procesarlos.

Los drones son mecanismos capaces de capturar ingentes cantidades de datos georreferenciados o con ciertos componentes espaciales, por lo tanto, requieren **herramientas propias de Big Data** para poder ser transferidos, interpretados y aprovechados³³. Se estima que un único dron, durante una operación de 14 horas, llega a generar hasta 70 terabytes de información. Por otro lado, la Air Force Intelligence, Surveillance and Reconnaissance Agency estadounidense recopila diariamente en torno a 1.600 horas de vídeo.

1.5 APLICACIONES ACTUALES

1.5.1 Vehículos de Guiado Automático

En cuanto a su uso, los AGVs están especialmente indicados para las **tareas repetitivas** en todo tipo de industrias y **especialmente en las áreas de producción y espacios logísticos**. No obstante, aunque su aplicación puede realizarse en la práctica totalidad de los sectores, pueden estar especialmente adecuados para algunas industrias concretas, como las de **automoción y alimentación**. El rango de aplicación para los sistemas AGVs es muy amplio, siendo las más destacadas las siguientes³⁴:

- **Transporte de grandes cargas.** Tren autoguiado. Se utiliza para el movimiento de grandes cantidades de material para distancia relativamente grandes.
- **Almacenamiento y distribución.** Movimiento de pallets cargados entre la zona o muelle de carga y los estantes (stands) de almacenamiento.
 - Carretillas automáticas y transportes de unidades de carga.
 - Interacción con almacenes automatizados.
 - Almacenamiento centralizado de productos inacabados.
- **Operaciones en las líneas de ensamblaje.** Movimiento de los cuerpos de los automóviles y grandes subconjuntos (por ejemplo motores) a través de las estaciones de ensamblaje. Flexibilidad para transportar elementos diversos entre puntos de fabricación intermedios (la tasa de producción es relativamente baja (entre 4 y 10 minutos por estación), ya que se tienen diferentes modelos de productos en las líneas que requieren de un tiempo de proceso diferente. Por ello las estaciones de trabajo se ponen en paralelo y entre estaciones los componentes se ponen por encima del vehículo y se llevan a la siguiente estación.

³³ <http://www.ciff.net/las-dos-grandes-tendencias-del-2016-de-los-drones-al-big-data>.

³⁴ <http://es.slideshare.net/InstitutoLogisticoTajamar/vehiculos-de-guiado-automatico-ruben-martinez-garcia>

- **Sistemas de fabricación flexible.** Los portadores de unidades de carga y los vehículos guiados de carga ligera se utilizan también para el movimiento de las piezas de trabajo entre las máquinas herramienta.
- **Miscelánea.** Reparto del correo de oficina y transporte de material en hospitales.
 - Transporte de material sanitario entre departamentos.
 - Interacción con ascensores.
- **Nuevos desarrollos:** Incorporación de robots manipuladores:
 - Desarrollo de tareas complejas en diferentes ubicaciones.
 - Aplicaciones en fabricación de semiconductores.



ILUSTRACIÓN 36. EJEMPLOS DE APLICACIONES CON AGV. FUENTE: INSTITUTO LOGÍSTICO TAJAMAR

A nivel de **industrias**, cabe destacar su amplio uso, siendo las más importantes:

- Aeroespacial.
- Textil, ropa.
- Automoción.
- Libros y bibliotecas.
- Alimentos y bebidas.
- Farmacéuticas y hospitales.

1.5.2 Vehículos Aéreos No Tripulados

UAVs EN EL ÁMBITO CIVIL

Debido a que las UAVs nacieron en el ámbito militar, se ha popularizado el concepto de que los sistemas no tripulados son adecuados para **tres tipos de aplicaciones**, conocidas como las tres “D”: Dull (aburridas), Dangerous (peligrosas) y Dirty (sucias). Estos tres conceptos son extrapolables al ámbito civil.

- **Dull (aburridas):** los UAVS ofrecen ventajas cuando se trata de operaciones muy largas, que requieren más de 30 o 40 horas, operaciones que suponen una baja carga de trabajo, resultando aburridas, o que son físicamente muy exigentes. Estas tareas se pueden automatizar y en lugar de control directo y continuo, se realiza una simple supervisión humana. Hay una larga lista de tareas que podrían incluirse en esta categoría, tales como: tareas de vigilancia sobre lugares fijos o de apoyo de la maniobra.
- **Dangerous (peligrosas):** operaciones como el reconocimiento sobre el territorio enemigo pueden resultar en la pérdida de vidas humanas, por lo que se prefieren las UAS. El nivel de riesgo de una operación en particular puede ser demasiado alto para merecer la participación de tripulantes humanos o soldados en el terreno. Esto puede deberse a una gran amenaza tierra-aire y hay una serie de tareas en las que las aeronaves no tripuladas pueden participar en la supresión de un sistema integrado de defensa aérea.
- **Dirty (sucias):** las aeronaves no tripuladas permiten operar en zonas donde hay riesgo de contaminación que no serían asumible para el organismo humano por someter a un elevado riesgo a la tripulación de las aeronaves clásicas. En el sector civil, algunas brigadas de bomberos ya utilizan aviones no tripulados para reconocer incendios en lugares inaccesibles o donde el humo y las llamas hacen peligroso la presencia humana.

Los RPAS ya están siendo usados con **finés civiles** y se espera que tengan una influencia cada vez mayor en nuestras vidas diarias. De la misma manera que la tecnología de internet dio lugar a principios de la década de los noventa a muchas aplicaciones diferentes, las tecnologías de RPAS llevarán probablemente en los años venideros al desarrollo de una **amplia gama de servicios diferentes**, especialmente en combinación con otras tecnologías como el posicionamiento de precisión gracias a Galileo, o de apoyo a otras tecnologías, como las telecomunicaciones **en situaciones de socorro en caso de catástrofe** o en el aumento dinámico de la capacidad de la red. Si bien la naturaleza exacta y el alcance de las operaciones potenciales de RPAS son difíciles de prever por el momento, se espera que el sector de los servicios genere suficientes ingresos para impulsar la industria manufacturera³⁵.

Los operadores de RPAS ya prestan **apoyo a la agricultura** de precisión mediante la aplicación más eficaz y oportuna de abonos o plaguicidas en muchos países. En Europa, los RPAS se utilizan para efectuar **inspecciones de seguridad** de infraestructuras tales como vías de ferrocarril, presas, diques o redes eléctricas. Las autoridades nacionales los utilizan en **operaciones de socorro en caso de catástrofe**, por ejemplo, para sobrevolar zonas inundadas o para dar apoyo a la lucha contra incendios.

Los RPAS también podrían servir para elevar en el aire **turbinas eólicas** gigantes para producir electricidad ecológica. En el extremo opuesto de la escala, los ingenieros están trabajando en micro RPAS que podrían servir para arreglar fugas de gases o productos químicos, o que se podrían programar para imitar las abejas y polinizar las plantas.

Como ya se ha visto, los RPAS presentan muchos tipos diferentes de aeronaves para prestar esos servicios, que varían en términos de peso máximo de despegue desde unos gramos hasta más de diez toneladas, de

³⁵ Comisión Europa, “COM (2014)207 – Abrir el mercado de la aviación al uso civil de sistemas de aeronaves pilotadas de forma remota de manera segura y sostenible”, 2014.

velocidad máxima desde la inmovilidad sostenida hasta más de 1 000 km/h, de autonomía de vuelo desde unos minutos hasta meses, y de tecnología ascensional desde alas fijas y rotatorias hasta aparatos más ligeros que el aire.

Esta gran versatilidad hace que las **aplicaciones en el ámbito civil** sean **muy variadas**, a continuación se listan algunos de los principales usos³⁶:

- **Monitorización del clima, de la vida salvaje, de bosques, de posibles focos de incendios forestales:** el vehículo no tripulado puede supervisar una amplia zona boscosa desde el aire, sin riesgo de vidas humanas y reduciendo los costes, en comparación con los activos humanos necesarios para desarrollar la misma tarea. Tipos de UAVS utilizados: VTOL, MALE, HALE.
- **Control de la calidad de aire:** algunas tareas específicas son la medición del índice de contaminación y limpieza por medio de químicos, además del control y seguimiento de accidentes industriales con vertidos tóxicos. Como ejemplo se tiene a China, que sufre de una importante polución atmosférica, en este país ya se han llevado a cabo experimentos con Drones para la limpieza del aire, además de rastreos de fábricas contaminantes que infringen las leyes ambientales. Tipos de UAVS utilizados: VTOL, MALE, HALE.
- **Mapeo en 3D:** mediante métodos fotogramétricos a partir de fotografías aéreas de gran resolución realizadas con Drones, se pueden obtener modelados digitales en 3D de terrenos medidos con muy alta precisión. Se consigue mucha mayor redundancia de datos con relación a técnicas clásicas, se logra reducción de tiempos, aumento de la seguridad del operador y mejor relación calidad/precio. Generalmente se utilizan Drones tipo VTOL.
- **Agricultura:** control de plagas y fertilizantes, fumigaciones de plantaciones son trabajos realizados por Drones. Tipo de UAV utilizado: VTOL.
- **Búsquedas y rescate de personas:** uno o más Drones pueden buscar personas desaparecidas en lugares abiertos o de difícil acceso como zonas montañosas o nevadas. El reducido tamaño de estos UAV, permite tenerlos siempre disponibles en estaciones de montaña, reduciendo considerablemente el tiempo de búsqueda. Generalmente se utilizan Drones tipo VTOL.
- **Vigilancia:** herramientas de apoyo para el control del cumplimiento de la ley, como el control de tráfico o el control de fronteras. Generalmente se utilizan Drones tipo VTOL.
- **Herramientas de inspección de estructuras:** revisión de líneas de alta tensión, estimación de impacto visual de grandes obras, o inspección de edificios, puentes y otras estructuras. Tipo de UAV utilizado: VTOL.
- **Producciones de documentales y películas:** los sistemas de aviación no tripulados ofrecen a la industria de las películas y la televisión una opción innovadora y más segura para filmar. Tipo de UAV utilizado: VTOL.

Estas que se citaron son sólo algunas de las aplicaciones, se espera que con los avances y desarrollos que se están llevando a cabo aparezcan en el futuro muchas más.

³⁶ Emanuel Sanchiz, “Drones – aplicaciones civiles”, 2014.

En la siguiente figura³⁷, se muestra una distribución por regiones de las aplicaciones que presentan un mayor potencial:



ILUSTRACIÓN 37: APLICACIONES POR REGIONES. FUENTE: QUID, BCG ANALYSIS, 2015

La gráfica está basada en la base de datos de artículos de habla inglesa del año 2015. “Public safety & security” incluye el uso por parte de las fuerzas del orden público para combatir la criminalidad, monitorizar fronteras, gestión de catástrofes y emergencias, estudio ambiental y protección (por ejemplo, caza furtiva). “Aerial imagery” incluye tanto las aplicaciones consumidor como las profesionales. “Media articles” es el tamaño de la muestra, que excluye cualquier superposición con temas normativos o sociales (por ejemplo, discusión de la FAA –Federal Aviation Administration– en relación con el Prime Air de Amazon). “Asia” incluye la India.

UAVs EN LA LOGÍSTICA

El uso de UAVs en logística aún es muy limitado aunque estas aeronaves presentan un importante potencial tanto en la distribución, ya que el e-commerce está en constante crecimiento, como en la intralogística, donde las barreras de introducción son menores. Empresas como Amazon, Google o DHL ya han realizado sus primeras pruebas con Drones, siendo las principales dificultades encontradas la duración de las baterías, la adaptación a las condiciones atmosféricas o la confidencialidad de los datos de localización.

En un informe elaborado por DHL³⁸, se identifican 4 casos de usos en los que los UAVs podrían contribuir a una logística 4.0: distribución en zonas urbanas y última milla, distribución en zonas rurales,

³⁷ SESAR, “European Drones Outlook Study”, 2016.

³⁸ DHL, “Unmanned aerial vehicle in logistics”, 2014.

monitorización de infraestructuras e intralógica. A continuación se resume brevemente cada una de estas categorías:

Zonas urbanas y última milla

La urbanización es una de las megatendencias de los últimos años y del futuro próximo, especialmente en los mercados emergentes. La compañía de seguros Swiss Re pronosticó que la población urbana mundial crecerá alrededor de 1.400 millones a 5.000 millones entre 2011 y 2030, y que el 90% del aumento se producirá en los mercados emergentes³⁹. Las implicaciones negativas de esta tendencia incluyen **congestión del tráfico, contaminación y disminución de la eficiencia** causada por los retrasos en el flujo de personas y bienes. Parte del problema es la entrega urbana de primera y última milla, cuya demanda crecerá a medida que crezcan los volúmenes de **comercio electrónico**.



ILUSTRACIÓN 38: VISIÓN DE DHL DEL USO DE UAVS PARA ÚLTIMA MILLA. FUENTE: DHL

Los UAVS podrían proporcionar grandes beneficios para las ciudades, liberando el tráfico por carretera al transformarlo en tráfico aéreo. Por el momento, las **cargas útiles son limitadas**, pero los UAVS podrían ser un **apoyo a las redes logísticas**, tal que: los envíos provenientes de las afueras de la ciudad se organizan en almacenes existentes, y desde ahí se identifican que envíos cumplen determinados criterios (tamaño, peso, criticidad de tiempo, contaminación del aire, etc.) para poder ser enviados por UAVS. Cada UAV recoge automáticamente los envíos asignados de una cinta transportadora y despega para realizar la entrega.

³⁹ http://www.swissre.com/media/news_releases/nr_20131031_sigma_urbanisation.html

Los clientes finales están equipados con una app que les permite conocer la cercanía de las aeronaves y ordenar un pick-up dinámico, este sistema utilizará datos GPS desde el smartphone del cliente para encontrarse con él dondequiera que esté. Habrá la misma flexibilidad para las entregas, tan pronto como el cliente envía una notificación, un UAV saldrá del almacén y hará la entrega directa a la ubicación del cliente o en caso de devoluciones, recogiendo desde la primera milla del cliente.

Este caso de uso es el más futurista, además presenta ciertos **retos técnicos** en relación a la localización exacta del cliente si este se está desplazando de un lugar a otro, o en cuanto a la ubicación del paquete (balcones, tejados inclinados, terrazas...). Por otra parte, también es la aplicación que presenta más **barreras** debido a las preocupaciones sobre la **privacidad y seguridad**, y requiere de un marco regulatorio bien definido.

Zonas rurales

Los UAVS también presentan un importante potencial cuando se habla de zonas rurales con pocas infraestructuras o ubicadas geográficamente en **zonas de difícil acceso**. Uno de los usos que están siendo estudiados es la entrega de medicamentos en situaciones de emergencia, sin embargo, a nivel industrial, la entrega en localizaciones remotas, donde los **volúmenes** que se manejan son **muy bajos**, representa un importante beneficio en cuanto ahorro de costes.



ILUSTRACIÓN 39: VISIÓN DE DHL DEL USO DE UAVS PARA ZONAS RURALES. FUENTE: DHL

El caso más destacado en la realización de pruebas para distribución en zonas rurales es el de **Google**, que recientemente ha publicado su último programa llamado **Project Wing**⁴⁰ para construir sistemas de entrega autónoma. Google ha estado trabajando en Project Wing por más de dos años y ya está probando UAVS para las entregas rurales en Queensland, Australia. Sin embargo, Google reconoce que el proyecto está lejos de poder ser implantado.

Monitorización de infraestructuras

Al igual que en otras industrias, las empresas del sector logístico deben **monitorizar sus infraestructuras**. Los UAVS pueden ayudar con las tareas de **vigilancia y seguridad** en instalaciones de gran escala, tales como almacenes o muelles. También pueden ayudar en el guiado y **supervisión de distintas operaciones** como el movimiento de camiones y montacargas.

La vigilancia de la infraestructura involucra a la empresa de logística en la monitorización de sus propias instalaciones y activos. Se puede evaluar el estado de la infraestructura desde el aire y detectar daños (por ejemplo, en un techo de almacén), y en un futuro cercano, será posible que los UAV realicen **reparaciones** menores en partes de edificios e infraestructuras de difícil acceso.

Para alcanzar el siguiente nivel de excelencia operativa, las empresas de logística y sus clientes pueden utilizar los UAVS para apoyar tareas tales como seguimiento de activos, monitorización de puntos críticos de riesgo y localización de empleados en las instalaciones.

Intralogística

Los UAV podrían desempeñar un papel vital en la intralogística. Si se considera por ejemplo la industria de automoción donde la producción es just-in-time, los UAVS podrían dar **apoyo a la logística en planta** así como en entregas urgentes. Las grandes explotaciones mineras, también podrían beneficiarse de la entrega urgente de ciertos ítems cruciales para el mantenimiento de las operaciones como herramientas, piezas de repuesto, lubricantes, etc.

Los UAV son una tecnología relativamente fácil de desplegar y que puede seguir trayectorias de vuelo predefinidas, por lo que no es necesario personal especializado, siempre y cuando las operaciones del sistema se limiten a vuelos locales en zonas restringidas y privadas (en las propias instalaciones).

La limitación más significativa para la intralogística es probablemente la **carga útil de las aeronaves**. Los UAV más pequeños y asequibles económicamente siguen teniendo cargas útiles bajas.

Otra aplicación intralogística imaginable es el uso de UAV dentro del **entorno del almacén** para un almacenamiento más flexible y accesible.

⁴⁰ <https://x.company/projects/wing/>



ILUSTRACIÓN 40: VISIÓN DE AUDI DE INTEGRACIÓN DE DRONES EN LA PLANTA. FUENTE: AUDI

2. APLICACIONES POR SECTOR

2.1 VEHÍCULOS DE GUIADO AUTOMÁTICO (AGVs)

A continuación se indican casos de uso de AGVs para aquellos sectores de mayor interés:

2.1.1 Agroalimentación y Bio

AGRICULTURA

Los robots agrícolas autónomos son una alternativa a los tractores que se encuentran actualmente en los campos. Los robots desarrollan diferentes tareas en el campo de agricultura, siendo la principal aplicación para la etapa de recolección. El tipo de trabajo que se realizan en la agricultura no es sencillo y además existen muchas tareas repetitivas por lo que un robot puede ser una herramienta útil. A continuación se muestran algunos casos de éxitos de investigación en agricultura, como Agrirobot, VinBot o BoniRob.

Proyecto AgriRobot⁴¹

Summit XL de Robotnik es la plataforma móvil utilizada en el Proyecto AgriRobot. Summit XL es una plataforma mediana de alta movilidad y tiene deslizamiento de dirección basado en 4 ruedas motoras de alta potencia. El robot contiene un pulverizador eléctrico Serena con capacidad para 10 litros. Summit XL utiliza el software ROS y tiene un sistema de visión, navegación y localización.

⁴¹ <http://www.robotnik.es/servicios-de-robotica-proyectos/aplicaciones-moviles/agricultura/>



ILUSTRACIÓN 41: PLATAFORMA MÓVIL PROYECTO AGRIROBOT. FUENTE: ROBOTNIK

Proyecto VinBot⁴²

Robot autónomo para optimizar la gestión del rendimiento y la calidad del vino. VinBot es un robot móvil autónomo todo terreno dotado con un conjunto de sensores capaces de capturar y analizar imágenes de viñedos y datos en 3D mediante el uso de aplicaciones de cloud computing. Su finalidad es determinar el rendimiento de los viñedos y compartir esta información con los viticultores.

VinBot responde a la necesidad de mejorar la calidad de los vinos europeos mediante la aplicación de la viticultura de precisión (PV), con el fin de estimar y mejorar al máximo su rendimiento (cantidad de fruta por metro cuadrado de superficie de vid: kg/m²).



ILUSTRACIÓN 42. ROBOT AUTÓNOMO VINBOT. FUENTE: ROBOTNIK

Proyecto BoniRob⁴³

En el contexto del proyecto financiado con fondos públicos “BoniRob”, dicho vehículo cuenta con un sistema de navegación que permite la navegación autónoma sobre cultivos en filas. Se puede configurar para trabajar para diferentes cultivos, por ejemplo, maíz o trigo, diferentes anchos de vía, número de filas, estructura del campo o sensores utilizados. Además, las aplicaciones son proporcionadas por el sistema de navegación con la posición actual del robot y la posición de las plantas individuales o las filas de la planta.

⁴² <http://www.robotnik.es/servicios-de-robotica-proyectos/aplicaciones-moviles/agricultura/>

⁴³ <https://www.deepfield-robotics.com/en/BoniRob.html>



ILUSTRACIÓN 43. PROYECTO BONIROB. FUENTE: BOSCH

INDUSTRIA AGROALIMENTARIA⁴⁴

Los AGVs están equipados para manejar cargas paletizadas y unitarias de cervezas, refrescos, cereales, caramelos, bocadillos, ingredientes en proceso, etc. en entornos de fabricación, *cross-docking*, almacenamiento y carga de remolque.

Los vehículos de guiado automatizados se pueden implementar con éxito en cualquier etapa intermedia de las cadenas de suministro de alimentos y bebidas, desde la descarga del remolque, la recepción de materias primas, y el transporte hacia y desde AS/RS hasta el suministro de las líneas de procesamiento, manipulación de productos terminados y carga de remolque. Algunas aplicaciones específicas:

- Transporte de alimentos en entornos menos amigables para el operador (refrigeración y congeladores).
- Almacenamiento de estantes de queso y transporte a salas de maduración controladas a través de software de gestión de recetas.
- Manejo totalmente automático de las paletas de cerveza desde el almacén automático hasta el muelle mediante vehículos automáticos de carga de remolque.



**ILUSTRACIÓN 44. AGVS EMPLEADOS PARA TRANSPORTE PALLETS EN INDUSTRIA ALIMENTARIA.
FUENTE: ASTI⁴⁵**

⁴⁴ <http://egeminusa.com/automated-guided-vehicles/agv-industries/agv-food-beverage/>

⁴⁵ <http://asti.es/en/project/automatizacion-transporte-alimentacion>

2.1.2 Automoción

Por lo que respecta al sector automoción, varios fabricantes cuentan ya con sistemas AGV o dispositivos móviles para la realización de diferentes tipos de operaciones de transporte y recogida de componentes. A continuación se muestran algunas de las iniciativas más destacadas:

BMW⁴⁶

BMW está desarrollando y probando un robot autónomo en el *Innovation Park* de BMW en Wackersdorf. Este centro es el nodo logístico central para la gestión de materiales y suministro de tipo *just-in-sequence* a las diferentes plantas de BMW en diez países diferentes. El robot autónomo maniobra debajo de los contenedores de rodillos con piezas, que recoge y mueve a través de toda la sala de logística. Flanqueado por transmisores de radio y equipo con mapas digitales, conduce de forma independiente las piezas a su destino correspondiente.



ILUSTRACIÓN 45. EJEMPLO DE AGV EN LAS INSTALACIONES DE BMW. FUENTE: BMW GROUP

AUDI⁴⁷

Audi ha desarrollado un sistema de transporte sin conductor (AGV) para el transporte de componentes en la zona de montaje denominada “Vorsteuerstrecke” de los modelos A3 y Q2 en la planta de Ingolstadt. El sistema, que se mueve alrededor de una sección de ruta definida ideada por el ordenador central, puede además aprender y almacenar un controlador de ruta manualmente. Para ello, los AGVs están equipados con tres escáner láser (dos en la parte delantera y uno en la parte trasera – dos de ellos específicamente certificados para protección de personas), y una pantalla táctil, señales y salidas de voz – éstas últimas empleando el principio text-to-speech-, permitiendo la circulación con el área circundante.

⁴⁶ <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0257786EN/bmw-group-introduces-self-driving-robots-in-supply-logistics?language=en>

⁴⁷ <https://audi-illustrated.com/en/audi-encounter-01-2017/paula-on-tour>



ILUSTRACIÓN 46. AGV “PAULA” DESARROLLADO POR AUDI. FUENTE: AUDI-ILLUSTRATED.COM

Grupo PSA⁴⁸

El grupo PSA ha instalado diferentes sistemas de suministro automatizados AGVs desarrollados por ASTI (sistemas EasyBots) en diferentes plantas del grupo como Sochaux (Francia), Mangualde (Portugal) o Vigo (España) para automatizar el suministro de componentes just-in-time a la línea de montaje de la factoría. Los nuevos sistemas autónomos, que permiten arrastrar hasta cuatro carros de kitting con capacidad de transporte para 100 kilos y sistema de enganche automático siguen una ruta física marcada a través de una banda magnética adherida al suelo de la fábrica a través de una antena magnética capaz de detectarla para desplazarse a través de ella, así como tecnología RFID de identificación por radiofrecuencia para determinar los puntos de parada donde el vehículo deberá depositar o recoger las cargas, e incluso variar los comportamientos del vehículo en términos de velocidad, seguridad o enganche automático.



ILUSTRACIÓN 47. EMPLEO DE ROBOT EASYBOT DE ASTI EN PLANTA DE GRUPO PSA. FUENTE: AUTO-REVISTA

2.1.3 Madera y forestal

A nivel de la industria de la madera no existe actualmente un sistema de tipo AGV que se empleé en este sector, sin embargo, sí que existen algunos estudios realizados por algunas universidades (por ejemplo Umea University, Department of Computing Science (Suecia)), donde se analiza la factibilidad de utilizar sistemas robóticos autónomos para las operaciones de tala y transporte de la madera.

⁴⁸ <http://www.auto-revista.com/es/notices/2014/02/asti-instala-sus-easybots-en-la-planta-de-psa-en-sochaux-50352.php#.WFue5rmfPPY>



ILUSTRACIÓN 48. PROPUESTA DE VEHÍCULO AUTÓNOMO PARA EL SECTOR DE LA MADERA. FUENTE: UMEA UNIVERSITY

2.1.4 Naval

Robot autónomo para la industria naval⁴⁹

Prototipo de robot autónomo para la industria naval desarrollado en el proyecto CARLoS “CooperAtive Robot for Large Spaces Manufacturing – Robot cooperativo para grandes espacios de fabricación”, una iniciativa europea de I+D+i cuyo principal objetivo es el desarrollo de un robot capaz de asumir hasta el 60% de las operaciones de marcado y colocación de piezas específicas (pernos auto-soldables) en las superestructuras de los navíos.

El fin último de CARLoS es aumentar la productividad de los astilleros gracias a la automatización de los astilleros gracias a la automatización del proceso, actualmente manual, y al incremento de la cualificación de los operarios. Para ello, se ha desarrollado un robot móvil capacitado para realizar tantas tareas repetitivas en un entorno industrial dinámico semi-estructurado.

El robot CARLoS se ha desarrollado a partir del uso de componentes comerciales, enfocándose en las tareas de componentes comerciales, y en las tareas de desarrollo software e integración de herramientas. La programación está basada en habilidades, lo que permite un uso intuitivo y natural del sistema por parte del operario. El robot puede ser manejado en tres modos de operación diferentes dependiendo de la accesibilidad y complejidad del trabajo que se vaya a realizar. El primero de ellos es la soldadura autónoma de pernos: en este modo, el operario sólo tiene que cargar la misión predefinida y el robot autónomamente define las posiciones objetivo. Una vez que se ha alcanzado dicha posición objetivo, un sistema de visión determina la ubicación real de los pernos a soldar en el mamparo.

⁴⁹ <http://carlosproject.eu/>

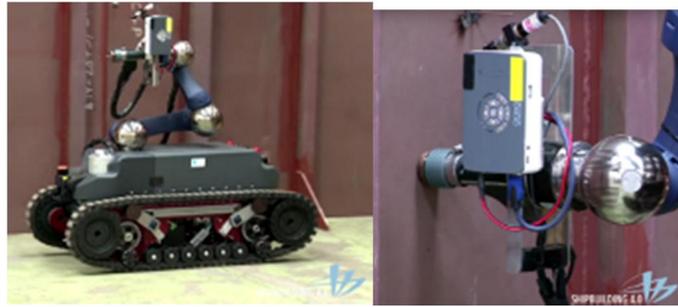


ILUSTRACIÓN 49. PROTOTIPO ROBOT AUTÓNOMO PROYECTO EUROPEO CARLOS. FUENTE: CARLOSPROJECT.EU

2.1.5 Textil/Moda

Con respecto a la industria textil, existen actualmente varios sistemas AGVs utilizados para diferentes sistemas de transporte y almacenamiento en la industria textil, comúnmente en la producción de productos textiles a base de hilos naturales o sintéticos. Algunas aplicaciones en este sector son las siguientes:

- Transporte de paquetes paletizados desde la zona de hilado hasta el almacén.
- Almacenamiento y suministro intermedio de pasta de revestimiento (coating paste) hasta la línea de revestimientos para textiles técnicos.
- Almacenamiento y suministro intermedio de bobinas con hilos naturales a la zona de baños para teñido de las telas.
- Almacenamiento y suministro intermedio de textiles (rollo padre) a las líneas de corte.



ILUSTRACIÓN 50. AGV CARGANDO BOBINAS DE LANA. FUENTE: AGVIA⁵⁰ (BALLOTTISISTEMI.COM)

2.1.6 Aeronáutica

BOEING

Nuevas soluciones de automatización se están utilizando en el proceso de producción aeroespacial tales como nuevos vehículos automatizados (AGVs) y soluciones de robótica móviles ayudando a los constructores de la industria aeroespacial y defensa a cumplir con los exigentes calendarios de producción

⁵⁰ http://es.slideshare.net/agvia/agvia-ballotti-sistemi-textile-reference?from_action=save

para la entrega de nuevos aviones comerciales y militares. Para lograr dichos objetivos de producción en grandes proyectos tales como el recién intensificado programa Boeing 777x, los fabricantes implementan cada vez más automatización tanto para la construcción de componentes de las aeronaves como para acelerar las operaciones finales de montajes.

Mediante el empleo de AGVs programables inteligentes, los proveedores aeroespaciales pueden reducir su dependencia del movimiento de las grúas que consumen tiempo que típicamente se utilizan para mover grandes y pesados componentes tanto a través de las fábricas, como dentro y fuera de las celdas o áreas de trabajo. Además, los robots móviles se pueden integrar en los AGVs para llevar el robot a la pieza de trabajo.

Entre la automatización robótica no tradicional, hay una demanda creciente en la fabricación aeroespacial de robots móviles. De esta forma, “en vez de utilizar robots estacionarios o robots en pistas lineales, los fabricantes están buscando mover el robot al lugar de trabajo, en lugar de mover el trabajo más allá del robot” – Masinick⁵¹(account manager, Kuka Robotics). Esto proporciona gran flexibilidad en el mix de producción con empleo de vehículos omnidireccionales (como por ejemplo el vehículo omniMove de Kuka) para transportar robots a las áreas de trabajo, tanto a través de la entrada manual del operario, como a través del empleo de tecnologías de orientación y navegación.



**ILUSTRACIÓN 51. VEHÍCULO OMNIMOVE DE KUKA TRANSPORTANDO PIEZA AERONÁUTICA DE BOEING.
FUENTE: ADVANCED MANUFACTURING**

AIRBUS⁵²

Transporte de herramientas para componentes de aeronaves de hasta 75 toneladas

Para transportar las carcasas superiores de las alas para aeronaves de cuerpo ancho en la planta de Airbus de Stade, ahora se utilizan dos *omniMoves* de KUKA en lugar de uno. El transportador pesado guiado es de 34 metros de largo y cuatro metros de ancho. También tiene 56 ruedas y pueda transportar una carga de hasta 100 toneladas. Con sus sistema modelar, se adapta precisamente a tareas específicas y propiedades espaciales in situ. Al mismo tiempo, KUKA también continúa utilizando impulsiones puramente eléctricas – incluso para mesas elevadoras diseñadas específicamente para este vehículo. Estos puedan elevar con

⁵¹ <http://advancedmanufacturing.org/picking-pace-aerospace-production/>

⁵² <https://www.kuka.com/en-in/press/news/2016/11/kuka-omnimove-at-airbus>

precisión cargas de hasta 2,5 metros de acuerdo con las necesidades del cliente. Utilizando sus sistemas de cámara, el vehículo es guiado y posicionado con precisión milimétrica.



ILUSTRACIÓN 52. VEHÍCULO OMNOMOVE EMPLEADO POR AIRBUS E UNA DE SUS PLANTAS. FUENTE: KUKA ROBOTICS

ACITURRI

Empleo de AGVs para manipulación de piezas de aeronáutica (aplicación ASTI para Aciturri)⁵³

La empresa burgalesa de ingeniería Automatismo y Sistemas de Transporte Interno (Asti) ha desarrollado e implantado para Aries Estructurales Aeroespaciales (Area), filial de Aciturri y ubicada en el Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid), dos soluciones que facilitan la manipulación de cargas, al tiempo que garantizan la seguridad de trabajadores e instalaciones, con el objetivo de mejorar la productividad y ergonomía de los diferentes puestos de trabajo. Así, para el transporte de materiales entre las mesas de trabajo y las de conformado, Asti ha desarrollado un carro de transbordo adaptado a las necesidades de la compañía aeronáutica, que alcanza los seis metros de longitud y puede soportar hasta 3.000 kilos.



ILUSTRACIÓN 53. AGV PARA MANIPULACIÓN PIEZAS AERONÁUTICA. FUENTE: ASTI

2.1.7 TIC

Realacionado con el E-commerce, cabe destacar la utilización por parte de diferentes empresas tecnológicas como son Amazon, eBay o Google entre otras, de diferentes sistemas AGVs para la

⁵³<http://www.castillayleoneconomica.es/noticia/asti-moderniza-la-manipulaci%C3%B3n-de-piezas-de-la-aeron%C3%A1utica-aciturri>

realización de masivas y rápidas operaciones de pick-and-place en sus diferentes almacenes con el objetivo de mejorar la fiabilidad y los tiempos de dichas operaciones.

Uno de los ejemplos más claros de implantación de los AGVs en empresas de comercio electrónico es Amazon⁵⁴, que ha cambiado sus operaciones de recogida y envasado de hombre-a-bienes a bienes-a-hombre utilizando robots móviles proporcionados por Kiva Systems (actualmente denominados Amazon Robotics tras la compra por parte de Amazon en 2012) en su intento de acelerar las operaciones.



**ILUSTRACIÓN 54. EJEMPLO DE AGV UTILIZADO POR AMAZON EN SUS ALMACENES DE DISTRIBUCIÓN.
FUENTE: AMAZON**

2.1.8 Energías renovables

Energía solar/fotovoltaica⁵⁵

Empleo de modelos de robots móviles de SMP Robotics para la realización de tareas de seguridad y vigilancia en centrales solares y fotovoltaicas:

- Movimiento autónomo alrededor del área.
- Maniobra automática evasión obstáculos.
- Supervisión remota de la operación vía WiFi.
- Unidad de transmisión robótica unificada para todas las soluciones.

⁵⁴ <https://www.therobotreport.com/news/goods-to-man-robotic-systems>

⁵⁵ http://smprobotics.com/application_autonomus_mobile_robots/



ILUSTRACIÓN 55. ROBOT AUTÓNOMO DE SMP ROBOTICS EN PLANTA FOTOVOLTAICA. FUENTE: SMP ROBOTICS

2.2 VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (UAVs)

A continuación, se muestran ejemplos y beneficios del uso de UAVs en los distintos sectores objeto de estudio, **sin limitarse únicamente al ámbito de la logística**. Las aplicaciones que se presentan pretenden dar una **visión global del potencial de la tecnología** y una mayor comprensión de su uso, al mismo tiempo que se observa la aceptación de la misma en los distintos sectores, para ser transportada al entorno de una fábrica.

2.2.1 Agroalimentación y Bio

Los drones son una opción atractiva para ayudar a las granjas europeas a **satisfacer las demandas de productividad** de manera socialmente responsable. La Política Agrícola Común de la UE señaló que la producción mundial de alimentos necesita duplicarse para 2050 y, al mismo tiempo, está trabajando para establecer prácticas agrícolas más "verdes". Dado que no es probable que haya más tierras disponibles para satisfacer estas necesidades, será esencial un mayor rendimiento de la agricultura de precisión. En este sentido, las aeronaves remotamente tripuladas desempeñan un papel esencial al proporcionar nuevas formas de adquisición de datos.

La **agricultura de precisión** es uno de los sectores con mayor potencial para la integración de RPAS, entendiendo por agricultura de precisión al manejo diferenciado de los cultivos a partir del conocimiento de la variabilidad existente en una explotación agrícola.

Para caracterizar esta variabilidad se utilizan herramientas tecnológicas como los sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores planta-clima-suelo e imágenes multiespectrales obtenidas a partir de satélites, aviones o RPAS.

El uso de aviones no tripulados para la agricultura de precisión crea dos tipos de misiones: 1) sondeo de largo alcance (realizado principalmente por aviones de ala fija) para ejecutar la teledetección a una altitud de unos 150 metros y 2) Pulverización de productos químicos a altitudes inferiores a 50 metros.

El objetivo último de este tipo de agricultura es la obtención de **mayores rendimientos económicos, medioambientales y sociales**, aumentando la competitividad a través de una mayor eficacia en las prácticas agrícolas.

La mayoría de las aplicaciones que utilizan los agricultores se basan en la **integración de distintos tipos de sensores** que caracterizan tanto la variabilidad espacial como la temporal de las fincas. Por lo tanto, los

RPAS transportan estos sensores, y su potencialidad para **captar información** viene dada por la precisión espacial con la que se puede tomar el dato y por la disponibilidad temporal del mismo.

Gracias a las cámaras utilizadas y a la altura del vuelo, la resolución espacial de los datos obtenidos por los RPAS es muy buena. Además pueden volar en condiciones meteorológicas adversas y suelen hacerlo por debajo de las nubes, por lo que la capacidad temporal de adquisición de datos puede aumentar frente a satélites y aviones.

A continuación se listan algunas **aplicaciones del uso de RPAS** en este sector:

- Manejo eficiente del agua.
- Tratamientos localizados de herbicidas.
- Uso óptimo de fertilizantes.
- Detección temprana de enfermedades y plagas en cultivos.
- Supervisión de áreas fumigadas.
- Indicadores de calidad en cultivos.
- Generación de inventarios de cultivos.
- Conteo de plantas.
- Peritación de cultivos ante siniestros.



ILUSTRACIÓN 56. DRONES EN AGRICULTURA. FUENTE: MICRODRONES.COM

En la actualidad existen empresas que alquilan o comercializan Drones con estos fines, sin embargo, a futuro, se prevé que el **modelo de negocio** no vaya a ser el alquiler del dispositivo al agricultor, sino la **adquisición del RPA como una herramienta más para el agricultor**. Para ello, es necesario un abaratamiento de los costes de adquisición, una mayor robustez, bajo mantenimiento y una mayor autonomía.

Se estima que en 2035 se utilizarán entorno a unos 150.000 Drones en las granjas de toda Europa⁵⁶.

⁵⁶ SESAR, "European Drones Outlook Study: Unlocking the value for Europe", Noviembre-2016.

2.2.2 Automoción

En el Sector Automoción los Drones se podrían utilizar para la logística, mostrando un mayor potencial en la logística en planta o intralogística. Algunos fabricantes como Audi ya están experimentando con el uso de drones en las plantas de fabricación.

Audi⁵⁷

El fabricante ha realizado pruebas piloto en la planta alemana de Ingolstadt para el transporte automatizado de componentes en la fábrica mediante sistemas de transporte aéreo autónomo (drones) realizados por pilotos especialmente entrenados a través de control remoto para ver la factibilidad del empleo de esta nueva tecnología, que permitiría solucionar problemas de espacio en planta para las rutas de transporte adicionales.



ILUSTRACIÓN 57. AUDI REALIZA PRUEBAS CON DRONES. FUENTE: TECHTHELEAD, 2016

2.2.3 Madera y forestal

Las masas forestales se ven sometidas a una serie de factores de tipo físico, químico y biológico que ponen en peligro su estabilidad y conservación a lo largo del tiempo. Entre los peligros que son necesarios caracterizar con el fin de asegurar una gestión forestal sostenible en el tiempo se encuentran: deforestación, incendios forestales, erosión y degradación de suelos, prácticas agrícolas y sus efectos sobre el sistema, estado fitosanitario, etc. Algunas de las aplicaciones son comunes al sector agricultura, como puede ser: seguimiento del uso del suelo, planificación del territorio, gestión de datos georeferenciados, etc.

⁵⁷ <http://techthelead.com/audi-smart-factory-how-drones-ar-and-vr-gears-help-build-cars/>



ILUSTRACIÓN 58. DRONES EN EL SEGUIMIENTO DE INCENDIOS FORESTALES. FUENTE: TRAGSA, 2015

La principal aplicación de los UAVS en el sector forestal la encontramos en la **prevención, detección, extinción y evaluación de incendios**. Los UAVs permiten la **supervisión constante**, en horas de alto riesgo, de un área boscosa, en busca de puntos activos o conatos de incendio. El vehículo no tripulado puede supervisar una amplia zona boscosa desde el aire, **sin riesgo de vidas humanas** y reduciendo los costes en comparación con los activos humanos necesarios para desarrollar la misma tarea. Además, hay un factor operativo de los UAVS que es especialmente interesante, que es su **capacidad de vuelo nocturno** o con baja visibilidad (crepúsculo, nubes, humo). Así, a continuación se resumen los aspectos básicos en los que los UAVS pueden proporcionar información esencial:

- **Prevención:**
 - Inventario de especies
 - Cálculo de cobertura
 - Densidad y altura del arbolado
 - Grado de humedad
 - Índice de continuidad de las copas
- **Detección:**
 - Vigilancia rutinaria
 - Vigilancia específica de las zonas de alto riesgo
- **Extinción:**
 - Localización de los equipos de extinción
 - Control del avance del incendio
 - Localización de nuevos focos

- Búsqueda de personas en zonas de difícil acceso
- Evaluación de daños:
 - Medida de la superficie quemada
 - Daño a la vegetación

Por otra parte, la fotogrametría a partir de imágenes captadas mediante UAVS permite la obtención de una nube de puntos 3D que permite visualizar un **modelo digital de la zona** analizada.

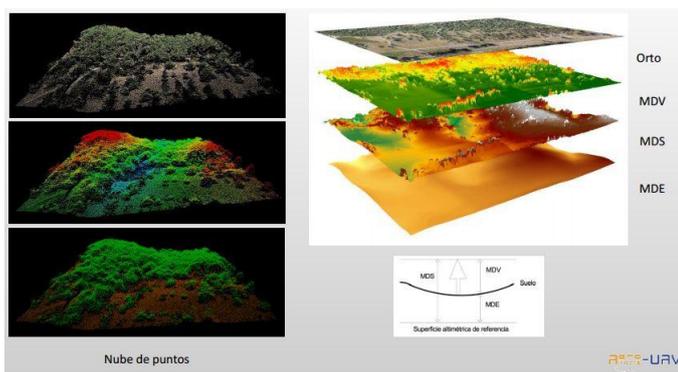


ILUSTRACIÓN 59. GENERACIÓN DE NUBE DE PUNTOS Y MODELO DIGITAL. FUENTE: AEROTOOLS-UAV

2.2.4 Naval

La Industria Naval es otra de las industrias que se pueden ver beneficiadas del uso de Drones, tanto durante la **etapa de construcción** de los barcos, como durante el **mantenimiento**. La industria naval es históricamente una industria con alta siniestralidad y estas aeronaves podrían contribuir a **reducir los accidentes y mejorar la seguridad** de ciertas operaciones.

Uno de los principales casos de uso es en la realización de inspecciones, a modo de ejemplo, en septiembre de 2015 la compañía polaca Remontowa inspeccionó el interior de un buque con una aeronave controlada remotamente. Gracias al uso de una cámara de alta definición, pudo grabar vídeos y tomar fotos de uno de los tanques de carga y observar el estado de los revestimientos, así como detectar corrosión y grietas⁵⁸.

La Marina Británica también ha empezado a utilizar Drones para identificar defectos en los exteriores de sus buques, lo que le permite inspeccionar zonas de difícil acceso cuando el buque ya está en el mar. Esto ha permitido reducir los costes y tiempos de mantenimiento²⁴.

Otras aplicaciones serían por ejemplo la **realización de entregas** a los barcos tales como medicamentos, suministros, piezas, correspondencia, etc., o el **control de emisiones** de los buques tomando fotos y vídeos⁵⁹.

⁵⁸ <http://www.ship-technology.com/features/featurehow-drones-are-changing-the-maritime-industry-4865807/>

⁵⁹ <http://www.anave.es/ultimas-noticias/1312-emsu-utilizara-drones-para-obtener-informacion-sobre-emisiones-de-los-buques>

2.2.5 Textil/Moda

El sector textil es uno de los sectores que se puede ver influenciado en gran medida por el **e-commerce** y en este sentido los Drones pueden resultar una herramienta muy útil de distribución.

Se espera que los Drones sean capaces de reducir el crecimiento del tráfico actual, ofreciendo oportunidades para una **entrega más rápida y personalizada**. Actualmente, se entregan anualmente más de 7.000 millones de paquetes en Europa y las previsiones son que en 2035 cerca de 70.000 Drones entreguen alrededor de 200 millones de paquetes de peso ligero en toda Europa⁶⁰.

En el negocio de comercio electrónico, el tiempo de entrega es primordial al elegir un transportista. Los Drones permiten una entrega rápida a un punto específico, predefinido, sin necesidad de mucha acción humana. La posibilidad de enviar paquetes a la puerta del cliente creará una **experiencia mejorada**.

Este concepto ya ha atraído a grandes empresas como **Amazon y Google**, que están en fase de pruebas para tales soluciones. Amazon por ejemplo, ha estado ejecutando **Amazon Prime Air**, que busca automatizar la entrega de última milla de paquetes usando pequeños Drones, capaces de alcanzar un destino en 30 minutos mientras llevaba un pequeño paquete. Enviar un paquete de 2 kg en un radio de 10 km en los Estados Unidos por el transporte terrestre cuesta entre 2 y 8 dólares, en comparación con sólo 10 centavos usando un avión no tripulado.

2.2.6 Aeronáutica

En el sector aeronáutico se están realizando también experiencias con Drones para realizar la **inspección de los aviones**, debido a las grandes dimensiones de los mismos, los Drones permiten sobrevolar las estructuras con facilidad y capturar imágenes de las superficies a controlar.

Intel y Airbus⁶¹

Un equipo de Intel y Airbus ha desarrollado una aplicación Drone para realizar inspecciones visuales sobre un avión. La demostración se ha realizado durante el Farnborough International Airshow (2016) en Inglaterra.

El modelo con el que han realizado las pruebas es un AscTec Falcon 8, que incorpora una tecnología avanzada anticollisiones. Este modelo ya está en el mercado actualmente para la realización de inspecciones y operaciones de levantamiento. En la demostración, la aeronave siguió una trayectoria de vuelo predeterminada sistemáticamente tomando una serie de imágenes totalmente automatizadas. Las imágenes, especialmente las que muestran arañazos, abolladuras y defectos de pintura, se compilan en un modelo digital tridimensional, registrado en una base de datos para su posterior análisis. Estos datos ayudarán a mejorar la trazabilidad de los daños y también a prevenirlos y reducirlos.

⁶⁰ SESAR, "European Drones Outlook Study: Unlocking the value for Europe", Noviembre-2016.

⁶¹ <http://www.ascotec.de/en/intel-airbus-demo-drone-visual-inspection-of-passenger-airliners/>

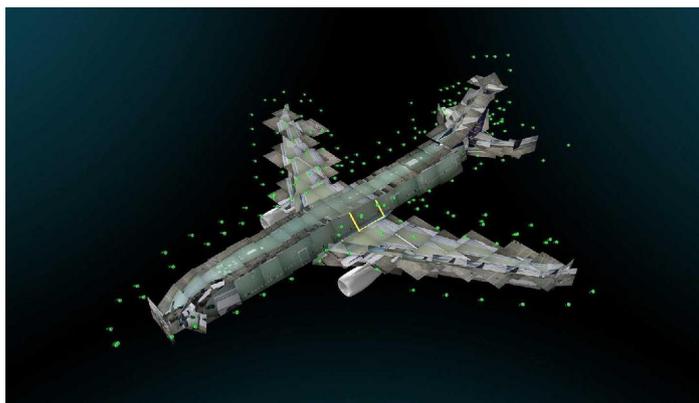


ILUSTRACIÓN 60. MODELO 3D BASADO EN IMÁGENES TOMADAS CON UN DRONE. FUENTE: ASCTEC

2.2.7 TIC

La industria de telecomunicaciones también podría beneficiarse del uso de Drones, en este caso para la realización de **inspecciones de torres**. De manera similar a las inspecciones de líneas eléctricas, los beneficios son por una parte, que se reducen los riesgos de seguridad para el personal que realiza estas operaciones (que tiene que subirse a las torres, lo que puede ocasionar graves lesiones o incluso pérdidas de vida), y por otra parte, se reduce el tiempo de inspección y por lo tanto los costes asociados. Los Drones pueden realizar inspecciones rutinarias de las antenas mediante la **toma de videos, fotos, lecturas y mediciones**.

Las aplicaciones podrían extenderse más allá de las inspecciones e incluir misiones de emergencia, como por ejemplo sobrevolar una red para evaluar daños después de una catástrofe natural, o desenvolver un papel más activo realizando operaciones de reparación por si mismas.

Se estima que serían necesarias aproximadamente 3.000 aeronaves no tripuladas para inspeccionar las 450.000 torres existentes en Europa, y que se revisarían al menos dos veces al año⁶².

Un caso de uso es el de la **empresa T-Mobile**⁶³, que utilizó aviones no tripulados para realizar una prueba piloto de mástiles de antena en un estadio de Utrecht, lo que llevó a cabo en un tiempo de 15 minutos en comparación con la semana que se hubiese necesitado por métodos tradicionales.

Otra de las aplicaciones de los Drones en el Sector Telecomunicaciones es en la realización de **pruebas de radioplanificación y de visión directa (LoS) entre torres de radio**, por ejemplo para identificar obstrucciones (como árboles o edificios) y determinar las necesidades de energía. Estos hallazgos pueden utilizarse, por ejemplo, para evitar una cierta frecuencia afectada por los árboles, o para seleccionar una altura de antena adecuada y la ubicación del sitio. Nokia Networks y "DU" (el operador de telecomunicaciones de los Emiratos Árabes Unidos) ya han probado la utilización de Drones de esta manera en Dubai. Los Drones también pueden analizar la calidad y el alcance de la red de una compañía: Nokia y DU utilizaban Drones que portaban smartphones con aplicaciones de pruebas para examinar la

⁶² SESAR, "European Drones Outlook Study: Unlocking the value for Europe", Noviembre-2016.

⁶³ <https://www.aerialtronics.com/t-mobile-used-drone/>

red del operador⁶⁴. Por último, los Drones también pueden utilizarse para visualizar campos electromagnéticos procedentes de estaciones base.

2.2.8 Energías renovables

Una de las aplicaciones en el sector de las energías renovables es la realización de **auditorías energéticas con termografía aérea**. La termografía se utiliza mucho en el sector de la construcción para analizar los puentes térmicos, defectos de aislamientos, etc. o en el sector industrial para controlar los procesos de fabricación de componentes. En el sector de las energías renovables se utiliza para la inspección de células solares fotovoltaicas y sus instalaciones.

La realización de estas inspecciones con cámaras portátiles tiene ciertas limitaciones que se pueden corregir con el uso de Drones, tales como errores humanos, altura necesaria para la inspección, ángulo en el que se toma la imagen, etc.

Otra aplicación es la **inspección de palas de aerogeneradores**, estas palas son estructuras compuestas y complejas que pueden llegar a medir hasta 75 metros de longitud. Además están sometidas a erosiones por las partículas que arrastran las tormentas, torsiones y tensiones en ocasiones extremas, por lo que es frecuente la aparición de grietas, rupturas, agujeros y despegados. En estos casos, es importante detectar los problemas en las fases iniciales por lo que una mala gestión puede implicar un elevado coste de reparación. Los UAVS son una valiosa herramienta en el mantenimiento predictivo de estas palas, mejor que el uso de telescopios o el descuelgue de personal en la pala, con los peligros que esto entraña para el operario.



ILUSTRACIÓN 61. ARACNOCÓPTERO INSPECCIONANDO UN AEROGENERADOR. FUENTE: CARLOS BERNABÉU/ARBOREA INTEL BIRD

Algunos de los obstáculos para el uso de los UAVS en este sector están relacionados con la necesidad de enfrentarse a vientos de cierta intensidad y mantener una posición en medio de estos. Y por otra parte

⁶⁴ http://www.nokia.com/en_int/news/releases/2015/07/07/nokia-networks-du-first-in-uae-to-use-telco-drones-for-better-network-planning-faster-optimization

están las cuestiones de seguridad, tanto de las personas que manejan la aeronave como la de los propios aerogeneradores.

2.2.9 Piedra natural

Las **actividades extractivas** de los minerales y de los hidrocarburos requieren de una serie de trabajos previos a la extracción, primero de **prospección** para localizar los yacimientos, y posteriormente de **exploración y de investigación**, para conocer la morfología de estos y las características y propiedades de los mismos, en estas fases, el uso de aeronaves no tripuladas puede suponer una gran ventaja. La prospección geofísica aérea presenta numerosas **ventajas**:

- Son métodos no intrusivos que no provocan daños o impactos medioambientales.
- Se pueden recopilar una gran multitud de datos de forma rápida y económica.
- Es posible cubrir grandes áreas, reduciéndose los costes de prospección.
- No se necesitan accesos terrestres ni permisos de ocupación.
- Se pueden recopilar datos de áreas remotas, accidentadas o con cobertura vegetal densa.

Los sensores que se utilizan actualmente en minería, y en concreto en prospección geológico-minera, tienen unas dimensiones reducidas, por lo que se configuran como instrumentos idóneos para instalarse en los UAV.

A corto plazo, se estima que la minería impulse un crecimiento significativo con 7.000 Drones previstos en unas 20.000 canteras y minas⁶⁵.

Geomagdrone⁶⁶

Se trata de un dispositivo de exploración minera que registra información en profundidad revelando que se oculta bajo la superficie. El dispositivo fue desarrollado por un grupo de geofísicos chilenos y detecta áreas de mineralización ocultas, utilizando la magnetometría, una técnica que determina las propiedades magnéticas de las rocas. Los datos recogidos en el terreno, se procesan y se transforman en un modelo 3D que se utiliza para interpretar la geología y la mineralización en profundidad. Asimismo, el cliente puede visualizar esta información en el programa Google Earth. El dispositivo se lanzó al mercado en 2016.

⁶⁵ SESAR, "European Drones Outlook Study: Unlocking the value for Europe", Noviembre-2016.

⁶⁶ <http://www.geomagdrone.cl/about-us.html>



ILUSTRACIÓN 62. EJEMPLO DE DRONE UTILIZADO PARA EXPLORACIÓN MINERA. FUENTE: GEOMAGDRONE

3. CONCLUSIONES/IMPACTO

3.1 RETOS QUE PRESENTAN LAS TECNOLOGÍAS EN LA ACTUALIDAD

3.1.1 Vehículos de Guiado Automático

El margen de innovación en estos equipos es muy amplio, con nuevos retos⁶⁷ en relación con la ampliación de modalidades, las mejoras en seguridad⁶⁸ y facilidad de programación. A continuación se muestran algunos de los principales retos que deben afrontar los AGVs:

- **Ampliación de modalidades:** Mayor implantación de sistemas AGVs en modo dual, que puedan ser operados de forma manual o automática, gracias a la mayor precisión y fiabilidad de los sensores colocados en los AGVs de los futuros sistemas de guiado y control.
- **Nuevas tecnologías de guiado⁶⁹:** Nuevos desarrollos en las tecnologías de guiado de los AGVs y de sus fuentes de energía, así como en los VMSs (Vehicle Management Systems - sistema de gestión de vehículos) – de modo que el conjunto de un sistema de ejecución de manufactura (MES) o de gestión de planta puedan operar de forma sincronizada con los AGVs.
- **Flexibilidad:** El futuro de este tipo de vehículos va encaminado hacia máquinas mucho más flexibles, sin marcadores para guiarse y desplazarse por plantas, que permitan reconfigurar sus tareas en función del producto a producir en cada momento y capaces de comunicarse con otras máquinas recogiendo información generada a su alrededor para la toma de decisiones autónomas.
- **Seguridad:** Para cumplir con las normas de seguridad industriales, los vehículos automatizados han de estar equipados con alarmas acústicas y luces, y llevar incorporados sensores para detectar obstáculos.
- **Facilidad de programación:** Simplificación de los sistemas e interfaces para el establecimiento de estos vehículos en instalaciones más pequeñas.

⁶⁷ <https://www.alimarket.es/noticia/230012/agv--las-carretillas-se-mueven-solas>

⁶⁸ <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/114169-La-carretilla-rumbo-a-la-automatizacion.html>

⁶⁹ <http://www.automotivemanufacturingsolutions.com/es/tecnologia-es/agvs-find-their-way#.WKWGQDifPPY>

3.1.2 Vehículos Aéreos No Tripulados

El principal reto al que se enfrenta la implantación de los RPAS en el ámbito civil es la **seguridad**, ya que la **siniestralidad** de estas aeronaves no tripuladas es muy superior a la de la aviación tripulada, por este motivo las administraciones están trabajando en un marco regulatorio que garantice la seguridad de la integración de los RPAS en el espacio aéreo. A continuación se resumen los principales aspectos que se deben de tener en cuenta de cara al futuro despliegue de estas aeronaves.

EN 2013, SESAR (Single European Sky Atm Research) lanzó nueve proyectos con carácter demostrador⁷⁰, cuyo objetivo era **estudiar como los RPAS podían operar de una manera segura** sin necesidad de segregar el espacio aéreo y con la tecnología existente. Los proyectos fueron llevados a cabo conjuntamente por operadores y fabricantes con el objetivo de identificar los **retos operacionales, tecnológicos y regulatorios** que frenan el despliegue de estas aeronaves. Concretamente, se identificaron **5 grandes retos** que deben ser considerados antes de la integración de estas aeronaves:

1. **Un sistema de regulación y certificación civil**, armonizado y bien establecido, por parte de las autoridades de certificación.
2. **Políticas y procedimientos** sobre cómo debe interactuar el **control del tráfico aéreo** con los RPAS para asegurar operaciones eficientes y cumplir con los requisitos de seguridad.
3. **La capacidad de detectar y evitar** (D&A – detect and avoid) y el cumplimiento de los requisitos europeos de equipamiento de aeronaves.
4. Se deben desarrollar **enlaces confiables de mando y control** (C2) junto con procedimientos de **contingencia en caso de fallo** e implementados en una banda de espectro protegida.
5. Es necesario definir **programas formativos y licencias** específicas para los pilotos de RPAS.

Por otra parte, para **asegurar la aceptación social** del uso de esta nueva tecnología, deben abordarse las siguientes cuestiones⁷¹:

1. **Responsabilidad civil y seguros:** a pesar de los esfuerzos realizados para garantizar la seguridad de los RPAS, se pueden dar accidentes y es importante tener en cuenta a las víctimas (a otros usuarios del espacio aéreo o terceros sobre el terreno). Si esto ocurre, se tendrá que compensar adecuadamente cualquier lesión o daño causado por el funcionamiento de un RPAS.

Esto requiere que la parte responsable hacia las víctimas pueda ser claramente identificada y que pueda cumplir con sus obligaciones, es decir, debe existir un régimen de responsabilidad clara. Las Autoridades de Aviación Civil, que son responsables de la autorización de operaciones de RPAS, deben asegurar que existe el marco regulatorio apropiado.

2. **Seguridad:** los RPAS corren el riesgo de ser secuestrados y utilizados como armas contra otros usuarios del espacio aéreo o blancos en el terreno. Los terroristas también podrían usar su propio

⁷⁰ <http://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/RPAS-demo-final.pdf>

⁷¹ European RPAS Steering Group, “Roadmap for the integration of civil remotely Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System”, Junio-2013.

RPAS para provocar una colisión con objetivos específicos o atascar o falsificar las señales del Sistema de Posicionamiento Global de otros RPAS, causando serios peligros para la seguridad aérea. Esto podría lograrse por cualquier medio, como ataques físicos (por ejemplo, destrucción de partes de los componentes RPAS, es decir, la estación de tierra o el piloto remoto), ataques electrónicos (por ejemplo, falsificaciones de enlaces de datos o sistemas de navegación por satélite) o ciberataques (por ejemplo hacking a través de Internet, spoofing y ciber-ataque en redes de información específicas). Las consecuencias de estos ataques cibernéticos podrían representar un reto importante para futuras operaciones RPAS a gran escala.

3. **Privacidad y protección de datos personales:** las características de las RPAS las convierten en una herramienta idónea para misiones discretas de video vigilancia y monitorización. Sin embargo, este uso puede plantear problemas graves de privacidad y protección de datos en la sociedad.

Europa, cuenta con un marco general de legislación sobre protección de datos y privacidad. La Carta de los Derechos Fundamentales de la UE establece, en particular, el derecho al respeto de la vida privada y familiar, el hogar y las comunicaciones (artículo 7) y se ocupa de la protección de los datos personales (artículo 8). Estos derechos se aplican mediante reglamentos específicos de la UE y nacionales (artículo 16 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, Directiva 95/46 / CE, legislación nacional sobre protección de datos, videovigilancia, etc.). Los operadores de RPAS también deben cumplir con este marco regulatorio, garantizar el cumplimiento de estas normas es responsabilidad de los Estados miembros.

Por lo tanto, deben adoptarse medidas para garantizar el pleno cumplimiento de las operaciones de los RPAS con la legislación vigente en materia de privacidad y protección de datos. La utilización del RPAS puede dar lugar a nuevas cuestiones que no se abordan adecuadamente en la normativa vigente, por lo que las Autoridades Nacionales de Protección de Datos deben evaluar aún más el impacto en la privacidad determinado por las diferentes aplicaciones de RPAS, identificar las debilidades del marco regulatorio existente y proporcionar recomendaciones claras sobre cómo abordarlas adecuadamente.

3.2 PERSPECTIVAS A MEDIO Y LARGO PLAZO

3.2.1 Vehículos de Guiado Automático

En general, todos los fabricantes y proveedores de AGVs coinciden en pronosticar para los próximos años un crecimiento muy esperanzador de esta actividad, sobre todo teniendo en cuenta el amplio margen de mejora que aún presenta la industria (por ejemplo la española en comparación con otros países del entorno, como, por ejemplo Alemania) y la creciente digitalización de los espacios fabriles que incrementará también su utilización.

Entre los **principales factores** se encuentran la **creciente necesidad de automatización**, el **mantenimiento predictivo, control de seguridad** y necesidad de alta **productividad** entre industrias, que está impulsado este mercado. Además, el creciente apoyo del gobierno en muchos países en forma de inversiones extranjeras directas está alentando las inversiones en el sector industrial y sigue estimulando el crecimiento del mercado (especialmente el de automoción) en el desarrollo de vehículos de guiado automático.

En cuanto al **tamaño del mercado**, las principales aplicaciones de vehículos guiados automatizados se encuentran en la industria automotriz y de fabricación. El uso de AGVs en la **industria automotriz** está siendo impulsado por una continua necesidad de controlar y monitorizar el **proceso de manipulación** de materiales, con el fin de eliminar los desperdicios en la línea de montaje.

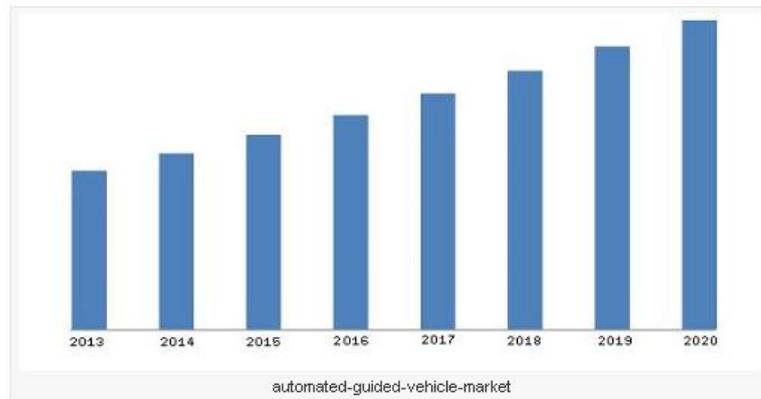


ILUSTRACIÓN 63. PERSPECTIVA CRECIMIENTO DEL MERCADO DE AGVS EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.

FUENTE: [HTTP://WWW.MARKETSANDMARKETSBLOG.COM](http://www.marketsandmarketsblog.com)

Así, se espera que el mercado global de vehículos guiados automatizados (AGV) ofrezca una gran cantidad de oportunidades a las empresas gracias al desarrollo de nuevas tecnologías tanto para el guiado para el control de los mismos, y el desarrollo de nuevas soluciones más flexibles.

3.2.2 Vehículos Aéreos No Tripulados

La consultora Gartner publica anualmente lo que se conoce como “Hype Cycles” en donde muestra la **evolución en cuanto al despliegue y aceptación** de una serie de tecnologías consideradas emergentes en la industria. El ciclo distingue 5 fases: 1) lanzamiento, 2) pico de expectativas sobredimensionadas, 3) abismo de desilusión, 4) rampa de consolidación y 5) meseta de productividad.

Los UAVS comerciales aparecen por primera vez en el análisis de 2016, en la parte más alta de la curva y en la **etapa de lanzamiento**, la primera etapa del ciclo en la que se presentan tecnologías con gran potencial sin que la viabilidad comercial tenga que estar ya comprobada. La previsión de Gartner es que los UAVS comerciales lleguen al mercado en 5-10 años.

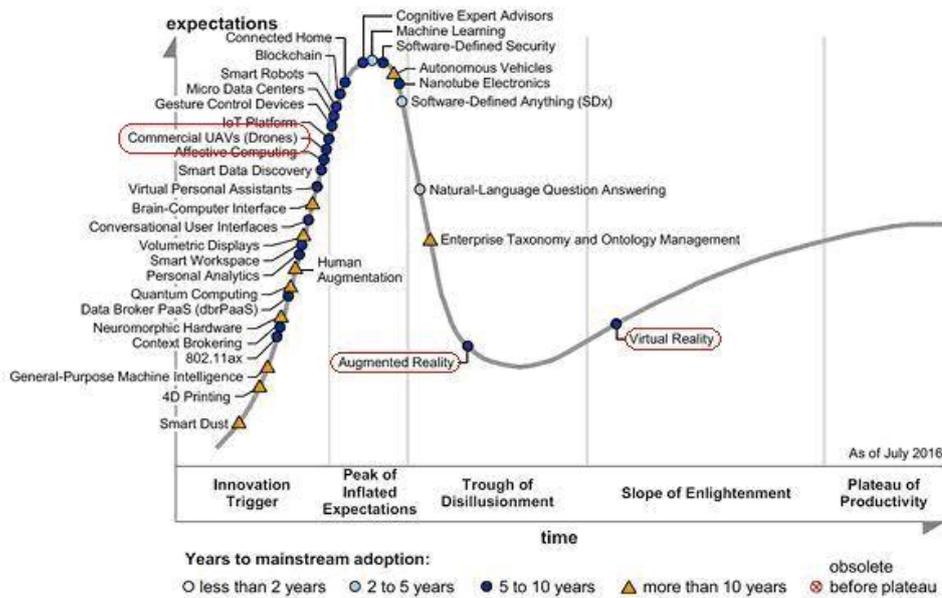


ILUSTRACIÓN 64. HYPE CYCLE - EVOLUCIÓN 2016. FUENTE: GARTNER

En cuanto a las **previsiones de mercado**, relacionado con beneficios esperados y número de unidades que se espera vender, **no existe un consenso**. A continuación se resumen algunas de las previsiones pronosticadas por grandes consultoras.

En **2011**, Teal Group publicaba que los gastos ese año respecto a RPAS (ámbito civil y militar) habían alcanzado la cifra de **6.000 Millones de dólares**, con un 40% dedicado a I+D. En ese momento, el 95% de las aplicaciones de RPAS se daban en el ámbito militar, y Estados Unidos e Israel dominaban el sector, mientras que la producción de los países europeos representaba tan sólo el 10%. Las previsiones de entonces, pronosticaban que el mercado de los RPAS se duplicaría en los 10 años siguientes, llegando a alcanzar los **11.300 Millones de dólares en 2020**, con una mayor presencia del mercado europeo y asiático⁷².

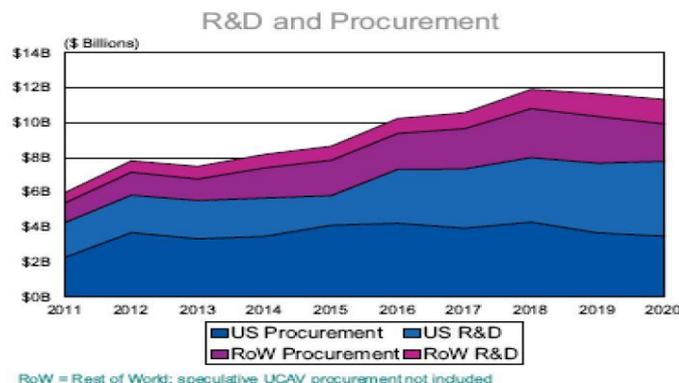


ILUSTRACIÓN 65. PREVISIONES MUNDIALES DE UAV. FUENTE: TEAL GROUP. 2011

⁷² Comisión Europea, SWD (2012)259 final, "Towards a European strategy for the development of civil applications of remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)", 2012.

En 2011 el mercado de RPAS en el ámbito civil era prácticamente inexistente debido a las dificultades para obtener permisos de vuelo y las restricciones del uso del espacio aéreo, sin embargo se esperaba que a partir de 2014 estas barreras fueran desapareciendo y aumentase el número de RPAS a medida que se exploraban nuevas aplicaciones, tal y como ha ido sucediendo. En 2007, Frost & Sullivan estimaba un total de 100 unidades para el año 2017, como veremos a continuación, en la actualidad las perspectivas de ventas son mucho mayores.

Business Insider publicaba en 2016 que los beneficios derivados de los Drones alcanzarán los **12 mil millones de dólares en 2021**, un mercado que seguirá liderando el sector militar. **En el ámbito civil la previsión es que se alcancen los 3.000 millones de dólares en 2024**⁷³.

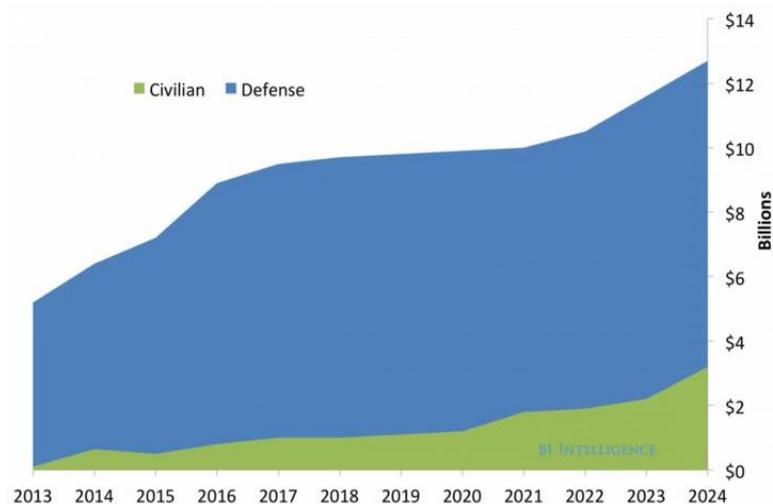


ILUSTRACIÓN 66. MERCADO MUNDIAL DE DRONES. FUENTE: TEAL GROUP, 2016

Las previsiones de la consultora Tractica son más positivas respecto a la utilización de los Drones en el ámbito civil y pronostica que el número de unidades vendidas **en 2025** alcanzará la cifra de **2,6 millones de unidades** con un beneficio de **12.700 millones de dólares**⁷⁴.

⁷³ <http://www.businessinsider.com/uav-or-commercial-drone-market-forecast-2015-2>

⁷⁴ <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/commercial-drone-shipments-to-surpass-2-6-million-units-annually-by-2025-according-to-tractica/>

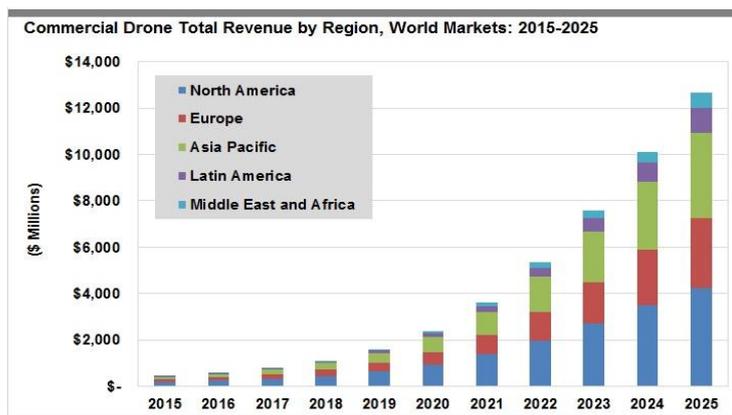


ILUSTRACIÓN 67. PREVISIÓN DE BENEFICIOS DE DRONES COMERCIALES POR REGIONES. FUENTE: TRACTICA, 2015

Tractica pronostica además que las **dos principales categorías de aplicaciones** en el sector del Dione comercial serán la **imagen aérea** y el **análisis de datos**, siendo las industrias clave que impulsarán la adopción de Drones comerciales el **cine, los medios de comunicación, la agricultura y el petróleo y gas**. Mientras tanto, el mayor crecimiento en el área de servicios será impulsado por aplicaciones como filmación y entretenimiento, mapeo, inspecciones aéreas, prospección y misiones de recate en casos de desastre.

La industria de los Drones comerciales aún está en proceso de crecimiento, sin embargo, su mercado ya presenta un gran catálogo de hardware, software, aplicaciones y productos. El crecimiento a pasos agigantados de este sector, especialmente en los últimos años, ha despertado el interés de otras compañías, organizaciones y entidades a la hora de invertir. Y esta tendencia va en aumento, ya que en 2015 se batió el récord de financiación en el mercado de los Drones comerciales⁷⁵.

En 2013, había más **1.708 RPAS diferentes referenciados en todo el mundo**, de los que aproximadamente 566 estaban en Europa, desarrollados o producidos por 471 fabricantes en todo el mundo, 176 de ellos en Europa⁷⁶.

Según un informe elaborado por la Unión Europea de evaluación de los Drones en 2015, **Europa lidera el número de operadores** de Drones civiles, **2.500 frente a 2.342 en el resto el mundo**⁷⁷. Según la Asociación Española de RPAS (AERPA) **en España** hay un total de **20 fabricantes** o integradores, y el conjunto del sector, incluyendo operadores y compañías no específicas es de unas **200 compañías**.

Las actividades crecientes de los RPAS se traducirán en un número sustancial de nuevos empleos. Se prevé que, de aquí a **2025**, el número de **puestos de trabajo** creados gracias a las nuevas actividades relacionadas con los RPAS en los **Estados Unidos supere los 100.000**. En **Europa** se prevé que en el

⁷⁵ <http://www.todrone.com/tendencias-inversion-drones-2016/>

⁷⁶ Comisión Europea, COM (2014) 207 final, “Una nueva era de la aviación: abrir el mercado de la aviación al uso civil de sistemas de aeronaves pilotadas de forma remota de manera segura y sostenible”, Abril-2014.

⁷⁷ <http://www.centrodeinnovacionbbva.com/sites/default/files/ebook-cibbva-trends-drones.pdf>

horizonte de 2050 se creen **150.000 empleos**, excluidos los generados en el sector de los servicios de los operadores⁴¹.

4. BIBLIOGRAFÍA

ARTÍCULOS E INFORMES DE REFERENCIA

- AGVs
 - Lorenzo Sabattini, Valerio Digani, Cristian Secchi and Giuseppina Cotena (DISMI – University of Modena and Reggio Emilia), “Technological Roadmap to Boost the Introduction of AGVs in Industrial Applications”, 2013.
 - Ruben Martínez García (Instituto Logístico Tajamar), “Automatización de flujo Logístico mediante Vehículos de Guiado Automático (AGVs)”, Enero 2013.
 - Saijjad Yaghoubi, Sanam Khalili, Reza Mohammad Nezhad, “Designing and methodology of automated guided vehicle robots/selfguided vehicles Systems, future trends”, International Journal of Recent and Applied Studies - IJRRAS 13.
 - Faieza AA, Johari RT, Anuar AM, Rahman MHA and Johar A, “Review on Issues Related to Material Handling using Automated Guided Vehicle”, Advances in Robotics & Automation, 2016
 - Josh Bond (Senior Editor Modern Materials Handling – mmh), “AGVs roll into the next frontier”, Enero 2016.

- UAVS
 - A. Barrientos et al., “Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones”, 2007.
 - Comisión Europea, SWD (2012) 259 final, “Towards a European strategy for the development of civil applications of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)”, 2012.
 - Suraj et al, “Review of Unmanned Aircraft Systems”, 2013.
 - European RPAS Steering Group, “Roadmap for the integration of civil remotely Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System”, Junio-2013.
 - Comisión Europea, JRC Science and policy reports, “Civil drones in society”, 2014.
 - House of Lords, European Union Comitee, “Civil use of drones in the EU”, 2014-2015.
 - Emanuel Sanchiz, “Drones”, 2014.
 - Ministerio de Defensa, “De los UAV a los RPAS”, Perfiles IDS, Febrero-2014.
 - DHL, “Unmanned aerial vehicle in logistics”, 2014.
 - Comisión Europea, COM(2014) 207 final, “Una nueva era de la aviación: abrir el mercado de la aviación al uso civil de sistemas de aeronaves pilotadas de forma remota de manera segura y sostenible”, Abril-2014.
 - Comisión Europea, Enterprise and industry Directorate, “Study analysing the current activities in the field of UAV”, 2014.

- Cristina Cuerno Rejado, “Origen y desarrollo de los sistemas de aeronaves pilotadas por control remoto”, 2015.
- FENERCOM, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, “Los drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil”, 2015.
- PwC, “Global report on the commercial applications of drone technology”. Mayo-2016.
- SESAR, “Demonstrating RPAS integration in the European aviation systems”, 2016.
- SESAR, “European Drones Outlook Study: Unlocking the value for Europe”, Noviembre-2016.
- Industrienalagen-Betriebsgesellschaft mbh, CARE innovation action – preliminary study on integration of unmanned aerial vehicles into future air traffic Management, 2001.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- AGVs
 - http://www.expo21xx.com/material_handling/agv_warehouse.htm
 - <http://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/38400-AGV-los-vehiculos-industriales-inteligentes.html>
 - http://www.roboticadeservicios.com/robots_transporte.html
 - <http://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/tendencias-tecnologicas-para-los-agv>
 - <http://www.asti.es/php/inicio.php?inicializar=si&apartado=INI>
 - <http://www.automotivelogisticsmagazine.com/intelligence/guiding-in-motion>
 - <http://stamina-robot.eu/partners>
 - <http://www.pan-robots.eu/partners/>
 - <http://www.mhi.org/members/14803>
 - <http://www.logistics-business-review.com/>
 - http://www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Industry-Insights/Aerospace-Manufacturing-on-Board-with-Robots/content_id/5960
 - <https://www.therobotreport.com/news/goods-to-man-robotic-systems>
 - <https://www.alimarket.es/noticia/230012/agv--las-carretillas-se-mueven-solas>
 - <http://www.futuremarketinsights.com/reports/automated-guided-vehicles-market>
 - <http://www.businesswire.com/news/home/20170131005591/en/Global-Automated-Guided-Vehicles-Market-Analysis-Trends>
 - <http://www.marketsandmarketsblog.com/automated-guided-vehicle.html>

- UAVS
 - www.aedron.com
 - www.aerpas.es
 - www.dronair.es
 - <http://dronespain.pro>
 - www.eurocontrol.int
 - www.sesarju.eu
 - www.seguridadaerea.gob.es