



**CURSO**  
**CATEGORÍA ABIERTA A1/A3**

## Normativa

- Conceptos básicos (p.2)
- Contexto histórico (p.4)
- Marco normativo (p.5)
- Definiciones importantes (p.7)
- Procedimientos principales aplicables al uso de UAS (p.10)
  - Categorías de operación y clases de UAS
  - Edades mínimas de operadores de UAS y de pilotos a distancia
  - Registro y responsabilidades del operador UAS
  - Responsabilidades del piloto UAS en categoría abierta

## Conocimiento General del Vuelo

- Principios de vuelo (p.22)
  - Principios básicos de vuelo
  - Efecto de las condiciones ambientales
- Conocimiento general del UAS (p.28)
  - Principios de mando y control
  - Comunicaciones
  - Sensores incluidos en los UAS
  - Instrumentos de vuelo
  - Información imprescindible del UAS
  - Mantenimiento del UAS
- Espacio aéreo (p.39)
  - Introducción de UAS en el espacio aéreo
  - Definiciones del espacio aéreo
  - Estructura del espacio aéreo
  - Restricciones del espacio aéreo
  - Condiciones operacionales aplicables a las zonas geográficas de los UAS
- Limitaciones de factores humanos (p.43)
  - Influencias
  - Percepción humana
- Privacidad y protección de datos (p.46)
- Seguridad física del UAS (p.48)
- Seguro y accidentes e incidentes de UAS (p.50)

## Procedimientos operacionales

- Procedimientos operacionales previos al vuelo (p.52)
  - Meteorología
  - Entorno de operación
  - UAS
  - Limitaciones humanas
- Procedimientos operacionales durante al vuelo (p.54)
  - Procedimiento normal de vuelo
  - Procedimiento de contingencia o de emergencia
- Procedimientos operacionales posteriores al vuelo (p.56)
  - Registro de la operación
  - Mantenimiento del UAS

## Solicitud Examen Categoría Abierta A1/A3



## CONCEPTOS BÁSICOS

### UAS «Sistema de aeronave no tripulada»

Aeronave no tripulada y el equipo para controlarla de forma remota. El término UAS engloba los RPAS y las aeronaves autónomas.

### Aeronave autónoma

Aquellas aeronaves en las que el piloto a distancia no puede intervenir durante el vuelo.

### RPAS «Sistema de aeronave pilotada por control remoto»

Aeronave pilotada a distancia, su estación, los enlaces requeridos de mando y control y cualquier otro componente según lo indicado en el diseño de la aeronave.

### UAS, RPAS, dron o aeromodelo

Se usan diferentes términos para referirnos a las aeronaves no tripuladas, pero ¿qué diferencias hay entre ellos?

**UAS - Unmanned Aircraft Systems - Sistema de Aeronave no Tripulada:** cualquier aeronave que opere o esté diseñada para operar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo.

**Dron (drone en inglés):** palabra coloquialmente usada para referirse en general a todas las aeronaves no tripuladas.

**Aeromodelo:** aeronave de tamaño reducido pilotado a distancia usada principalmente para vuelos deportivos o experimentales.

Por lo tanto, los términos RPAS, dron o aeromodelo están englobados dentro del concepto de UAS. En los Reglamentos (UE) 2019/945 y (UE) 2019/947 siempre se usará el término UAS.

### **Piloto a distancia**

Es toda persona física responsable de la conducción segura del vuelo de un UAS mediante la utilización de sus mandos de vuelo, ya sea manualmente o, cuando la aeronave vuele de forma automática, mediante la supervisión de su vuelo (rumbo, velocidad, altura, entorno...), siendo capaz de intervenir y cambiar los parámetros de vuelo (rumbo, velocidad y/o altura) en cualquier momento.

### **Operador de UAS**

Es cualquier persona, física o jurídica, que sea propietaria de un UAS o lo alquile. Una persona puede ser operador y piloto si esa misma persona es quien vuela el UAS. Sin embargo, se puede ser piloto a distancia sin necesidad de ser operador, por ejemplo si el piloto trabaja para una compañía que ofrece servicios con UAS.

En aquellos casos en los que un piloto a distancia utiliza un UAS para volar en su tiempo libre, esa persona también es un operador de UAS.

### **EASA – Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea**

EASA es la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea, cuya principal función es unificar los estándares comunes en todos los Estados miembros para velar por la seguridad de las operaciones en la aviación civil.

Esta estandarización se consigue mediante la redacción de normas comunes de aplicación en todos los estados miembros. Por ello, para la estandarización en materia de UAS han desarrollado los Reglamentos (UE) 2019/947 y (UE) 2019/945.

### **AESA – Agencia Estatal de Seguridad Aérea**

AESA es el organismo estatal que vela por el cumplimiento de las normas de aviación civil en el conjunto de la actividad aeronáutica en España, promueve el desarrollo y aplicación de la legislación aeronáutica para conseguir aportar seguridad, calidad y sostenibilidad al sistema de aviación civil nacional.

En caso de incumplimiento de las normas de aviación civil en territorio nacional, AESA es quien tiene la potestad sancionadora.



## CONTEXTO HISTÓRICO

Hasta el año 2014, el uso de RPAS en España no estaba regulado, y es en ese año cuando se aprueba la Ley 18/2014. En el artículo 50 de dicha Ley se detallaban los requisitos para las operaciones con RPAS y para los pilotos remotos.

A finales del 2017 entra en vigor el Real Decreto 1036/2017 (normativa nacional), con la cual se regula el uso civil de RPAS en España, y se deroga el artículo 50 de la Ley 18/2014.

En junio de 2019, entran en vigor dos reglamentos desarrollados por EASA para regular los UAS, así como su utilización en todos los Estados miembros:

Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 de la Comisión

Reglamento Delegado (UE) 2019/945 de la Comisión

## MARCO NORMATIVO

EASA ha desarrollado el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 y el Reglamento Delegado (UE) 2019/945, publicados por la Comisión en 2019, en los cuales regula la utilización de UAS y los sistemas de aeronaves no tripuladas en los Estados miembros.

Adicionalmente, EASA ha publicado Material Guía (GM) y Medios Aceptables de Cumplimiento (AMC) que ayudan a comprender e implementar estos Reglamentos.

Los Reglamentos son vinculantes en su totalidad; por el contrario, el Material Guía (GM) y los Medios Aceptables de Cumplimiento (AMC) no son vinculantes.

Por lo tanto, los mencionados Reglamentos publicados por la Comisión son de aplicación directa en todos los Estados miembros de EASA (31 Estados de Europa).

Dichos Reglamentos se pueden encontrar en la web del Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE): [www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu).

### Reglamento Delegado (UE) 2019/945

- Establece los requisitos para el diseño y fabricación de UAS destinados a ser utilizados con arreglo a las condiciones definidas en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947. Definición de requisitos para UAS de clase C0, C1, C2, C3 y C4.
- Define los tipos de UAS cuyo diseño, producción y mantenimiento están sujetos a certificación.
- Establece normas relativas a la comercialización de los UAS destinados a ser utilizados en la categoría «abierta» (definido más adelante), y de accesorios de identificación a distancia.
- Establece normas aplicables a operadores UAS de terceros países (Estados no miembros de EASA), cuando realicen operaciones con UAS dentro del espacio aéreo del cielo único europeo («SES», por sus siglas en inglés de «Single European Sky»).

Este reglamento ha sido modificado por el [Reglamento Delegado \(UE\) 2020/1058](#) para, entre otras modificaciones, introducir dos nuevas clases de sistemas de aeronaves no tripuladas (Clases C5 y C6), que serán las clases utilizadas en los escenarios estándar europeos.

### Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947

Establece disposiciones detalladas sobre la utilización de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), así como para el personal, incluidos los pilotos a distancia, y las organizaciones que participan en las operaciones con UAS. Este Reglamento ha sido modificado por:

- El Reglamento de Ejecución (UE) 2020/639, para, entre otros cambios, introducir los requisitos para operaciones en categoría «específica» bajo un escenario estándar (STS). Además, también ha sufrido modificaciones en lo que respecta al aplazamiento de las fechas de aplicación de determinadas medidas:
- El Reglamento de Ejecución (UE) 2020/746, en lo que respecta al aplazamiento de las fechas de aplicación de determinadas medidas debido a la pandemia de COVID-19.
- El Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1166, en cuanto al aplazamiento de la fecha de aplicación de los escenarios estándar europeos (3/12/23), y el requisito obligatorio de luces verdes nocturnas y el sistema de identificación a distancia (1/7/22).

### Real Decreto UAS

Tiene por objeto establecer el régimen jurídico en aquellos aspectos en los cuales los Reglamentos de Ejecución y el Delegado dejan la potestad de regular a los Estados miembros, o bien, directamente no regulan en estos aspectos.

## DEFINICIONES IMPORTANTES

### Concentraciones de personas

Reuniones en las que las personas no pueden evitar el impacto de un UAS en caída libre debido a la densidad de personas y el espacio en el que se encuentran reunidas.

### Consciencia situacional

Es la percepción de uno mismo y su aeronave en relación al ambiente dinámico del vuelo, con capacidad para pronosticar lo que ocurrirá basado en la percepción del entorno (saber y conocer lo que ocurre en cada momento para poder gestionar los riesgos).

### Infraestructura crítica

Son las infraestructuras estratégicas que proporcionan servicios esenciales y cuyo funcionamiento es indispensable, por lo que su perturbación o destrucción tendría grave impacto sobre estos servicios (salud, electricidad, agua, transporte, etc.).

### Lista de control («checklist» en inglés)

Lista de control consistente en un documento en el que se indican un conjunto de tareas preparatorias a realizar normalmente antes de iniciar una operación.

### Mercancía peligrosa

Cualquier artículo o sustancia que la aeronave transporte y que pueda suponer un peligro para la salud, la seguridad, los bienes o el medio ambiente en caso de incidente o accidente.

### Operación dentro del alcance visual «VLOS» («Visual line of sight» en inglés)

Aquellas operaciones con UAS en las que piloto a distancia puede mantener un contacto visual continuo con la aeronave sin la ayuda de instrumentos, y puede controlar la trayectoria de la nave con el fin de evitar colisiones con otras aeronaves, personas y obstáculos.

### Operación más allá del alcance visual «BVLOS» («Beyond visual line of sight» en inglés)

Aquellas operaciones con UAS que no se realizan dentro del alcance visual del piloto a distancia.



### Observador de la aeronave no tripulada

Persona situada al lado del piloto a distancia que, mediante la observación visual de la aeronave no tripulada sin la ayuda de instrumentos, ayuda al piloto a distancia a mantener dicha aeronave en modo VLOS y a efectuar el vuelo de forma segura.

### Observador del espacio aéreo

Persona que asiste al piloto a distancia mediante una observación visual, sin la ayuda de instrumentos, del espacio aéreo en el que se está utilizando la aeronave no tripulada para detectar posibles peligros en el aire.

### Persona no participante

Persona que no participa en la operación del UAS o que no está al corriente de las instrucciones y las precauciones de seguridad dadas por el operador.

### Rendimiento («performance» en inglés)

Conjunto de capacidades ofrecidas por el UAS de acuerdo con el objetivo principal para el que ha sido diseñado.

### Entorno urbano

Se consideran «entornos urbanos» aquellos que se circunscriben a alguna de las superficies siguientes:

- Núcleos de población con áreas consolidadas por la edificación
- Áreas residenciales, comerciales o industriales cuyos terrenos cuenten, acumulativamente, al menos, con accesos rodados, vías públicas pavimentadas para acceso peatonal, evacuación de aguas y alumbrado público
- Áreas recreativas, que sean de acceso público y en las existan construcciones o instalaciones, permanentes o eventuales para el ocio, el recreo o el deporte, entre las que, en todo caso, se encuentran los parques o jardines competencia de las Entidades locales y playas que reúnan ambos requisitos

### Sistema de geoconsciencia

Función que, sobre la base de los datos facilitados por los Estados miembros, detecta una posible violación de las limitaciones del espacio aéreo y alerta a los pilotos a distancia para que puedan tomar medidas inmediatas y eficaces para evitar esa violación.



# NORMATIVA

## DEFINICIONES IMPORTANTES

### **Sistema de identificación a distancia directa**

Sistema que garantiza la emisión local de información sobre las aeronaves no tripuladas en funcionamiento, incluido el marcado de estas aeronaves, de modo que esta información pueda obtenerse sin acceder físicamente a las aeronaves.

### **Zona geográfica de UAS**

Parte del espacio aéreo establecida por la autoridad competente que facilita, restringe o excluye operaciones de UAS con el fin de gestionar los riesgos para la seguridad, la protección, la privacidad, la protección de datos personales o el medio ambiente.

### **Modo sígueme**

Modo de funcionamiento de un UAS en el que la aeronave no tripulada sigue constantemente al piloto a distancia dentro de un radio predeterminado.

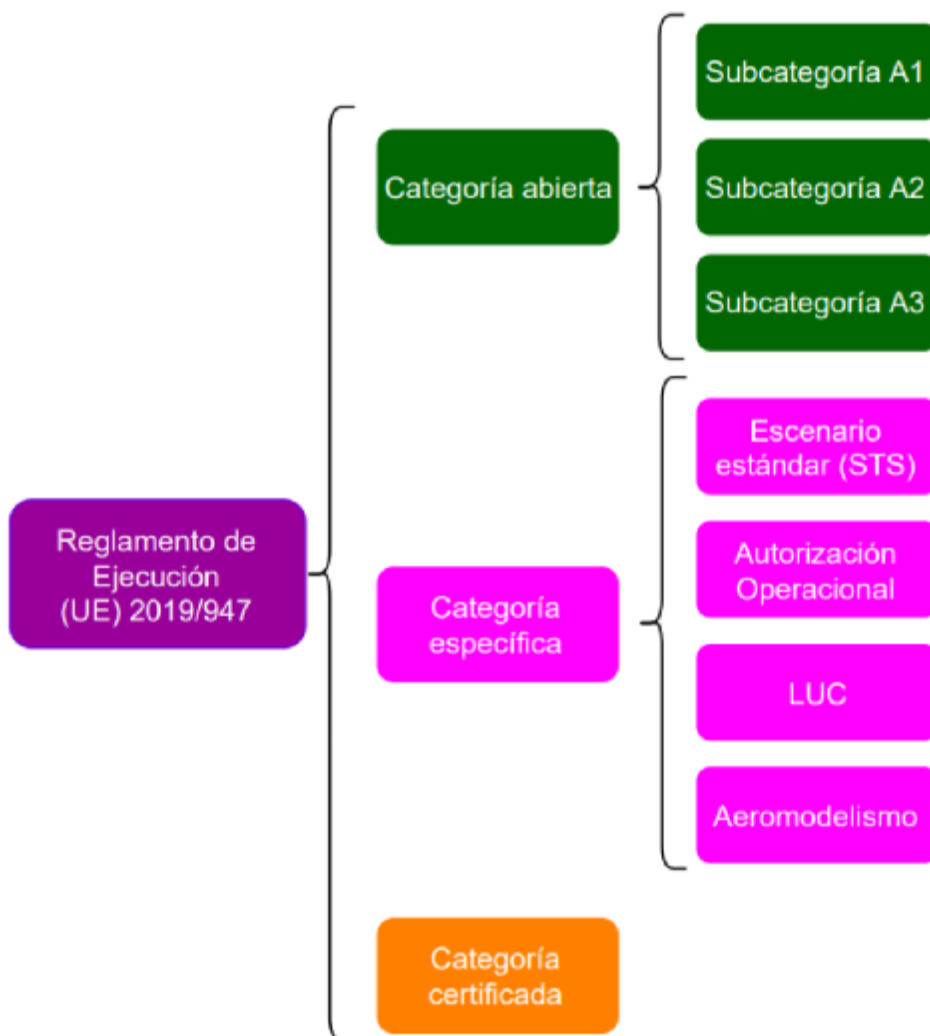
## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA DE OPERACIÓN Y CLASES DE UAS

### CATEGORÍA DE OPERACIÓN Y CLASES DE UAS

**Abierta:** bajo riesgo, no requiere de autorización ni declaración.

**Específica:** mayor riesgo, se requiere de declaración en escenarios estándar o autorización.

**Certificada:** alto riesgo, regimen regulatorio similar al de aviación tripulada tradicional.



# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ABIERTA

### CATEGORÍA ABIERTA

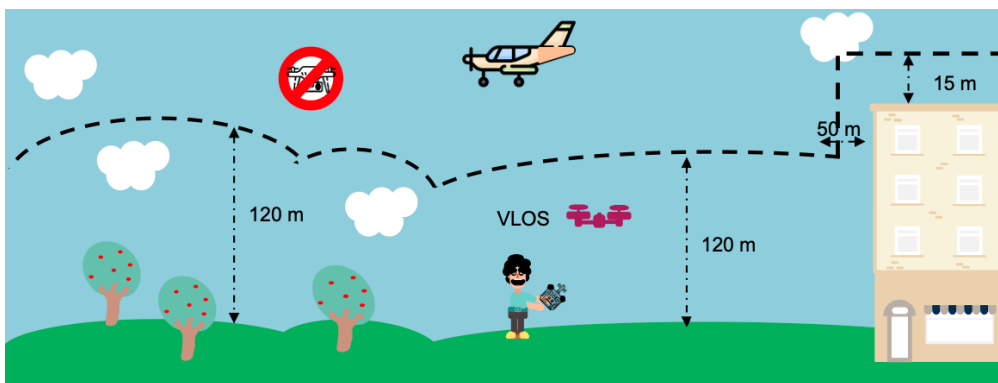
Las operaciones en categoría «abierta» no estarán sujetas a ninguna autorización previa ni a una declaración operacional del operador de UAS.

Las operaciones de UAS en categoría «abierta» (A) se dividen en tres subcategorías A1, A2 y A3. Para cada una de las subcategorías se definen los UAS que se pueden usar, la formación requerida a los pilotos y las condiciones particulares de vuelo.

#### Condiciones generales de vuelo

Sin embargo, ciertas condiciones generales de vuelo son aplicables para las tres subcategorías de vuelo dentro de la categoría «abierta». Estas condiciones son las siguientes:

1. El piloto a distancia volará siempre en modo **VLOS** (con la aeronave dentro del alcance visual), salvo cuando vuele en modo sígueme o si utiliza un observador de la aeronave no tripulada, en cuyo caso podrá usar dispositivos de visión en primera persona («FPV», por sus siglas en inglés de «First Person View»).
2. No se permite el vuelo a una altura superior a **120 m** del punto más próximo de la superficie. Si una aeronave no tripulada vuela a menos de 50 m, medidos horizontalmente, de un obstáculo artificial de una altura superior a 105 m, la altura máxima de la operación de UAS podrá incrementarse en hasta 15 m por encima de la altura del obstáculo a petición de la entidad responsable del obstáculo.



La altura de 120 m sobre el terreno (con su excepción), no debe ser superada ya que el límite inferior de la aviación general es de 150 m, por lo tanto, solo hay 30 m de separación entre la aviación tripulada y los UAS. Para evitar situaciones de conflicto con otras aeronaves, tripuladas o no tripuladas, como norma general, no superar nunca los 120 m de altura.

Esta altura máxima puede ser menor de 120 m si en la zona de vuelo así lo indica la zona geográfica de UAS definida por la autoridad (AESA).

# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ABIERTA

3. En caso de **conflicto o encuentro con una aeronave tripulada**, el piloto a distancia debe **reducir la altura de vuelo**, realizar maniobras evasivas en caso de posible colisión con la aeronave tripulada y **aterrizar lo antes posible**.

En todo caso, el piloto a distancia siempre debe interrumpir el vuelo con UAS cuando su continuación pueda suponer un riesgo para la aeronave tripulada.

4. **No se permite el sobrevuelo de concentraciones de personas** y se debe mantener una distancia segura con personas no participantes en la operación.

Esta “distancia segura” dependerá de la subcategoría de la operación. Como norma general, cuanto más pesada es la aeronave no tripulada, más lejos se deberá volar de personas no participantes para que la operación sea más segura:

(↑Masa → ↑Lejos → ↑Seguro)

5. **El piloto puede ayudarse de un observador** de la aeronave no tripulada si lo considera oportuno. En ningún caso el objetivo del observador es ampliar el rango de vuelo del UAS más allá del alcance visual del piloto a distancia. El observador se situará junto al piloto y le apoyará en circunstancias como:

- Ayudar al piloto a mantener la distancia a obstáculos y avisarle en caso de que se vea reducida.
- Ayudar al piloto a mantener la consciencia situacional y avisar de posibles riesgos.

En cualquier caso, el piloto a distancia siempre es el último responsable de mantener la seguridad de la operación del UAS.

6. **Está prohibido el transporte de mercancías peligrosas con el UAS ni dejar caer o proyectar ningún material u objeto.**

## CATEGORÍA ABIERTA: SUBCATEGORÍA A1

### Condiciones particulares de la operación

Se permite el vuelo sobre personas no participantes, sin infringir la privacidad y la protección de datos de estas personas, excepto para operaciones con UAS de clase C1 con las cuales no se podrá sobrevolar personas no participantes.

Es decir, **se podrá sobrevolar personas no participantes con UAS de clase C0 o sin etiqueta de identificación de clase de menos de 250g.**

Se mantiene la prohibición de vuelo sobre concentraciones de personas.

# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ABIERTA

### Requisitos de los pilotos a distancia

- Estar familiarizados con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.
- Completar el curso de formación online A1/A3 y superar el posterior examen online para obtener la “Prueba de superación de formación en línea”, para operar con UAS de clase C1, o con UAS de MTOM < 500 g sin etiqueta de identificación de clase (desde el 1/1/2024 con UAS de MTOM < 250 g).

### Requisitos de los UAS

Los vuelos en la subcategoría A1 de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS sin etiqueta de identificación de clase, que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:

- Ser de **construcción privada**, con una masa máxima de despegue (MTOM) menor de **250 g** y velocidad máxima inferior a **19 m/s**.
- Sin etiqueta de identificación de clase y tener una **MTOM inferior a 250 g. Introducidas en el mercado antes del 1 de enero de 2024**.
- Tener etiqueta de identificación de clase **C0**, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:
  - Altura máxima de vuelo limitada a 120m
  - <19m/s
  - <250g
  - Controlable y manejable de forma segura
  - Diseñado para evitar dañar a personas
  - Eléctrico
  - Comercializado con las instrucciones del fabricante UAS
- Tener etiqueta de identificación de clase **C1**, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:
  - Altura máxima de vuelo limitada a 120m
  - <19m/s
  - <900g o energía de impacto <80J
  - Controlable y manejable de forma segura
  - Diseñado para evitar dañar a personas
  - Eléctrico
  - Comercializado con las instrucciones del fabricante UAS
  - Sistema de geoconsciencia
  - Equipado con luces de controlabilidad y visibles de noche
  - Identificación a distancia
  - Dispone de método para finalizar el vuelo de forma segura o recuperar enlace en caso de pérdida
  - Nº de serie físico y único

# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ABIERTA

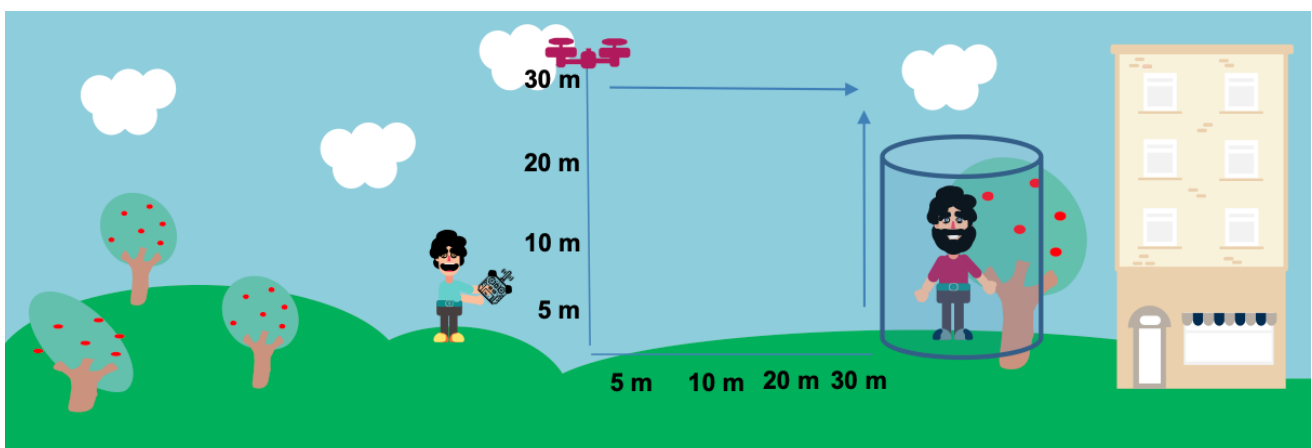
### CATEGORÍA ABIERTA: SUBCATEGORÍA A2

#### Condiciones particulares de la operación

Además de las condiciones generales descritas para la categoría «abierta», en la subcategoría A2 debe cumplirse la siguiente condición:

Se permite el vuelo a una distancia horizontal segura de al menos 30 m de personas no participantes, que podrá reducirse hasta un mínimo de 5 m cuando se active la función de modo de baja velocidad, y la altura se reducirá en la misma proporción que se reduce la distancia horizontal segura a las personas no participantes (regla 1:1).

Nota: Se mantiene la prohibición de vuelo sobre concentraciones de personas



#### Requisitos de piloto a distancia

- Estar familiarizados con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.
- Completar el curso de formación en línea A1/A3 y superar el posterior examen para obtener la “Prueba de superación de formación en línea”
- Completar una autoformación práctica en una zona aislada, donde no se ponga en riesgo a personas no participantes y alejado 150 m de zonas residenciales, comerciales, industriales o recreativas (condiciones operativas de la subcategoría A3). Material guía publicado en la web de AESA: Guía sobre competencias para la formación autopráctica en A2 (AMC2 UAS. OPEN.030(2)(b)) V1.
- Superar un examen de conocimientos teóricos adicionales para obtener el “Certificado de competencia de piloto a distancia” para la subcategoría A2.



# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ABIERTA

### Requisitos de los UAS

Los vuelos en la subcategoría A2 de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que tengan **etiqueta de identificación de clase C2** y deben cumplir los siguientes requisitos:

- Altura máxima de vuelo limitada a 120m
- Función baja velocidad (límite  $v < 3 \text{ m/3}$ )
- $< 4 \text{ kg}$
- Controlable y manejable de forma segura
- Diseñado para evitar dañar a personas
- Eléctrico
- Comercializado con las instrucciones del fabricante UAS
- Sistema de geoconsciencia
- Equipado con luces de controlabilidad y visibles de noche
- Identificación a distancia
- Dispone de método para finalizar el vuelo de forma segura o recuperar enlace en caso de pérdida
- Nº de serie físico y único
- Enlace de datos protegido ante interferencias

### CATEGORÍA ABIERTA: SUBCATEGORÍA A3

Además de las condiciones generales descritas para la categoría «abierta», en la subcategoría A3 deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Volar en zonas donde se prevea que no se pondrá en peligro a ninguna persona no participante durante todo la duración del vuelo.
- Volar a una distancia horizontal segura mínima de **150 m de zonas residenciales, comerciales, industriales y recreativas**.

Nota: Se mantiene la prohibición de vuelo sobre concentraciones de personas.

### Requisitos de piloto a distancia

Los pilotos a distancia que quieran volar en la subcategoría A3 de la categoría «abierta» deben cumplir los mismos requisitos que para la subcategoría A1, es decir:

- Estar familiarizados con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.
- Completar el curso de formación en línea A1/A3 y superar el posterior examen para obtener la “Prueba de superación de formación en línea.”

### Requisitos de los UAS

Los vuelos en la subcategoría A3 de la categoría «abierta» se podrán realizar con los UAS que cumplan:

- Ser de **construcción privada**, con una masa máxima de despegue (MTOM) **menor de 25 kg**



# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ABIERTA

- Sin etiqueta de identificación de clase e introducidas en el mercado antes del 1 de enero de 2024 y con MTOM inferior a 25kg
- Tener etiqueta de identificación de clase C2, que cumpla todos los requisitos que se han definido anteriormente en las aeronaves de la subcategoría A2
- Tener etiqueta de identificación de clase C3, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:
  - Altura máxima de vuelo limitada a 120m
  - Máxima dimensión <3m
  - < 25kg
  - Controlable y manejable de forma segura
  - Eléctrico
  - Comercializado con las instrucciones del fabricante UAS
  - Sistema de geoconsciencia
  - Equipado con luces de controlabilidad y visibles de noche
  - Identificación a distancia
  - Dispone de método para finalizar el vuelo de forma segura o recuperar enlace en caso de pérdida
  - Nº de serie físico y único
  - Enlace de datos protegido ante interferencias
- Tener etiqueta de identificación de clase C4, lo que implica cumplir con los siguientes requisitos:
  - < 25kg
  - Controlable y manejable de forma segura
  - Comercializado con las instrucciones del fabricante UAS
  - No dispone de modo automático de vuelo, excepto asistencia a la estabilización y en caso de pérdida de conexión

UAS		Operación	Operador	Piloto
Clase	MTOM	Subcategoría	Registro operador	Competencia piloto
SIN etiqueta de identificación de clase	Construcción privada	< 250 g	Solo si tiene cámara ( <i>sensor</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS</li> </ul>
	< 500 g	A1 <i>(también puede volar en subcategoría A2 y A3)</i>	Sí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS</li> <li>• Prueba de superación de formación en línea                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Certificado básico o avanzado (Ley 10/2018 y RD 1036/2017)</li> </ul> </li> <li>• Titular de licencia de piloto de aviación tripulada o piloto de ultraligero</li> </ul>
	< 2 kg	A2 <i>(también puede volar en subcategoría A3)</i>	Sí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS</li> <li>• Prueba de superación de formación en línea</li> <li>• Certificado de competencia de piloto a distancia A2                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Certificado básico o avanzado (Ley 10/2018 y RD 1036/2017)</li> </ul> </li> <li>• Titular de licencia de piloto de aviación tripulada o piloto de ultraligero</li> </ul>
< 25 kg	A3	Sí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS</li> <li>• Prueba de superación de formación en línea                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Certificado básico o avanzado (Ley 10/2018 y RD 1036/2017)</li> </ul> </li> <li>• Titular de licencia de piloto de aviación tripulada o piloto de ultraligero</li> </ul>	

# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ESPECÍFICA

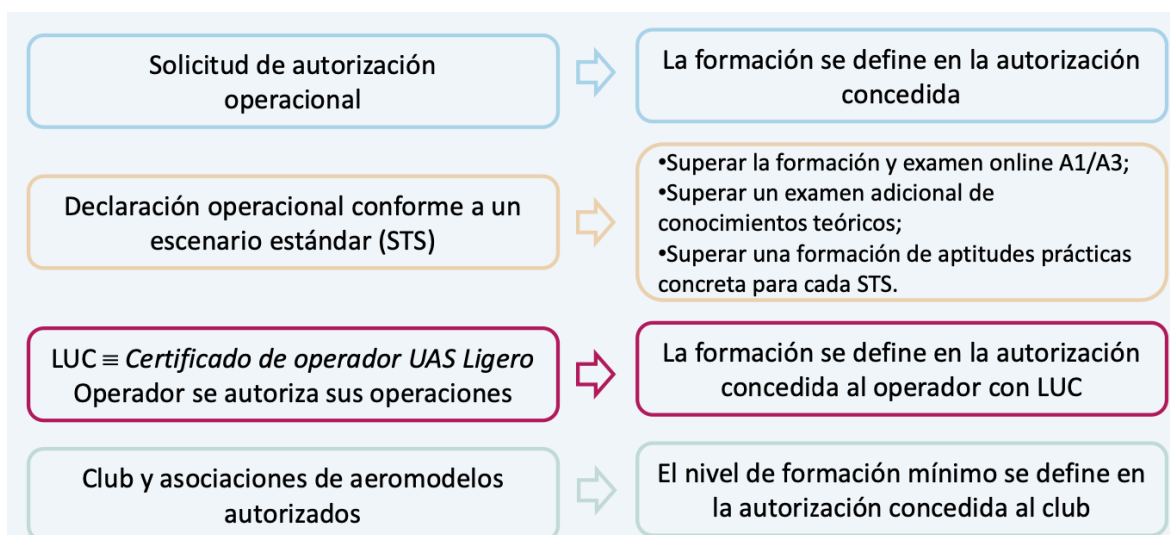
### CATEGORÍA ESPECÍFICA

Cuando no se cumplan los requisitos de categoría «abierta» ni «certificada», estaríamos dentro de categoría «específica». Dentro de esta categoría existen las siguientes opciones:

- Se solicitará una **autorización operacional** a la autoridad del Estado miembro en el que esté registrado, incluyendo una evaluación del riesgo con medidas de atenuación. La autorización se puede referir a:
  - Una o varias operaciones
  - La aprobación de un LUC
- Si la operación se ajusta a un **escenario estándar**, se presentará una **declaración responsable** a través del perfil de operador de UAS en la web de AESA.



Los pilotos a distancia que quieran operar en categoría «específica», según cada caso deberán tener la siguiente formación:





# NORMATIVA

## PROCEDIMIENTOS PRINCIPALES APLICABLES AL USO DE UAS: CATEGORÍA ESPECÍFICA Y CERTIFICADA

### Escenarios estándar

El Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 define dos escenarios estándar en los que se indican determinados requisitos, algunos de los cuales a día de hoy por limitaciones técnicas no son aplicables.

Por ello, la Comisión Europea da la opción a los Estados miembros para definir escenarios estándar nacionales. Estos escenarios estándar nacionales únicamente serán aplicables en el territorio del Estado, podrán ser presentados por los operadores hasta el 31 de diciembre del 2023 y tendrán validez hasta el 31 de diciembre del 2025.

En el caso de España se han publicado dos escenarios estándar nacionales STS-ES-01 y STS-ES-02, con ligeras variaciones sobre los escenarios estándar europeos, que entrarán en aplicación el 1 de enero de 2024.

31/12/2025	
<u>Escenarios estándar nacionales</u>	<u>Escenarios estándar europeos</u>
STS-ES-01	STS-01
STS-ES-02	STS-02

### CATEGORÍA CERTIFICADA

Los requisitos generales para operaciones en categoría «certificada» están definidos en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 y son:

- Volar sobre concentraciones de personas con UAS de dimensión mayor a 3 m.
- Realizar transporte de personas.
- Transporte de mercancías peligrosas con alto riesgo para terceras partes en caso de accidente.

También será categoría certificada, aquellas operaciones en las cuales, en base al estudio de seguridad necesario, los riesgos de la operación no pueden ser mitigados sin la certificación del UAS, del operador y requerir licencias de piloto.



# NORMATIVA

## Edades mínimas de operadores de UAS y de pilotos a distancia

### EDAD MÍNIMA DE LOS OPERADORES

La edad mínima exigible a los operadores de UAS que quieran darse de alta en el registro para volar en España es de **16 años**.

### EDAD MÍNIMA DE LOS PILOTOS A DISTANCIA

La edad mínima para los pilotos a distancia que quieran realizar operaciones en categoría «específica» o categoría «abierta» es de **16 años**.

Sin embargo NO se exigirá ninguna edad mínima para los pilotos a distancia cuando:

- Operen en subcategoría A1 con UAS de clase **C0** que sea un juguete.
- Operen UAS de **construcción privada con MTOM inferior a 250g**.
- Operen **bajo la supervisión directa de un piloto a distancia con edad de 16 años o superior** y con las competencias adecuadas según la categoría de operación.

Por otro lado, el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947, permite a los Estados miembros, dentro de su territorio, reducir la edad mínima dentro de unos márgenes establecidos.

En el caso de España, dicha reducción de edad se incluirá en el Real Decreto UAS que aún no está publicado. Hasta entonces los límites de edad son los indicados anteriormente.

Tabla de edades mínimas aplicables tras la publicación del Real Decreto UAS.

	CATEGORÍA ABIERTA		
	A1	A2	A3
UAS construcción privada <250 g	Sin edad mínima		
Bajo supervisión piloto >16 años	Sin edad mínima		
C0 de Juguete	Sin edad mínima	-	-
UAS C0	12 años	-	-
UAS < 250 g sin marcado de clase y en mercado antes 1 enero 2024.	12 años	-	-
UAS < 500 g sin marcado clase (hasta 31 de diciembre 2023)	12 años	-	-
UAS C1	14 años	-	-
UAS C2	-	14 años	
UAS < 2 kg sin marcado clase (hasta 31 diciembre 2023)	-	14 años	
UAS C3 y C4	-	-	14 años
UAS construcción privada <25 kg	-	-	14 años
UAS < 25 kg sin marcado de clase y en mercado antes 1 enero 2024	-	-	14 años
UAS >2 kg & <25 kg sin marcado de clase (hasta 31 diciembre 2023)	-	-	14 años

## REGISTRO Y RESPONSABILIDADES DEL OPERADOR

### ¿Quién debe registrarse como operador de UAS?

Un operador de UAS debe registrarse siempre que:

- Operen en categoría «abierta» con cualquier UAS que:
  - Tenga una MTOM superior a 250g.
  - Esté equipado con un sensor capaz de captar datos personales (cámaras, micrófonos).
- Operen en categoría «específica», independientemente del UAS.

### Información importante sobre el registro:

- Solo puede estar registrado en un Estado miembro de EASA
- AESA expedirá al operador un certificado de registro en el cual se indica un número de registro único. Dicho número debe estar indicado en todos los UAS propiedad del operador y mantenerse en privado.
- El operador deberá registrarse:
  - En el Estado miembro donde reside, si es persona física.
  - En el Estado miembro donde tenga su centro de actividad principal, si es persona jurídica.

### Responsabilidades del operador de UAS en categoría abierta

Las principales responsabilidades de un operador de UAS para volar en categoría «abierta» son:

- Elaborar medidas de atenuación (o procedimientos operacionales) según el riesgo (posible daño que pueda causar el UAS) y tipo de operación.
- Designar a un piloto para cada operación siendo el control intransferible y garantizar que el piloto tiene la formación adecuada.
- Actualizar el sistema de geoconsciencia del UAS cuando sea aplicable en función del lugar de operación (siempre que el UAS tenga esta función incorporada).
- Para operaciones con UAS que tengan etiqueta de identificación de clase: tener una declaración de conformidad.
- El UAS habrá sido marcado con una etiqueta de identificación de clase fabricante del UAS por el fabricante del UAS.
- Para operaciones en A2 y A3 donde haya personas participantes en la operación, asegurar que estas personas hayan sido informadas de los riesgos y hayan aceptado participar de forma explícita.



# NORMATIVA

## RESPONSABILIDADES DEL PILOTO UAS EN CATEGORÍA ABIERTA

### RESPONSABILIDADES DEL PILOTO A DISTANCIA EN CATEGORÍA ABIERTA

- El piloto debe disponer de la formación necesaria y portar una prueba durante el vuelo.
- El piloto a distancia es totalmente responsable de la seguridad aérea del vuelo.
- No podrá volar cerca o en zonas donde se estén desarrollando operaciones de emergencia, salvo permiso expreso del servicio de emergencia responsable.
- No volará bajo los efectos de sustancias psicoactivas o alcohol, o si no se encuentra en condiciones adecuadas para volar.
- No se podrá superar la MTOM del UAS, ni superar el límite de masa de la clase del UAS ni modificar el UAS en contra de lo establecido por el fabricante.
- El piloto debe respetar en todo momento los límites operacionales definidos en la zona geográfica del UAS del lugar previsto de la operación.

## PRINCIPIOS DE VUELO

### Fuerzas que actúan sobre el UAS

En este apartado se describen cuáles son los principios básicos por los que un UAS vuela, las fuerzas por las que un UAS puede elevarse, avanzar, mantenerse en el aire o descender controladamente.

La **Aerodinámica** es la parte de la mecánica que estudia el movimiento de los gases alrededor de los objetos. Su principal objetivo es estudiar el efecto que se origina en una corriente de aire por la presencia de un cuerpo, en nuestro caso denominado perfil aerodinámico. Estas partículas de aire se alteran, generando una variación de presión y velocidad. De esta acción se generan dos fuerzas principales que se denominan sustentación y resistencia.

Un **perfil aerodinámico** es la forma del área transversal de un elemento, que al desplazarse a través del aire es capaz de crear a su alrededor una distribución de presiones que genera sustentación. Ejemplos de perfiles son el ala de un avión o las palas de un rotor de un UAS.



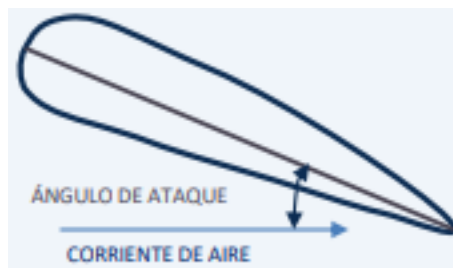
La física de vuelo en las aeronaves se explica a partir de varias teorías:

- **Teorema de Bernoulli:** En un fluido en movimiento, la suma de la presión y la velocidad en un punto cualquiera permanecen constantes. De tal forma que si un fluido aumenta su velocidad, es porque disminuye su presión o viceversa.

- **Efecto Venturi:** Al pasar por un estrechamiento las partículas de un fluido aumentan su velocidad mientras que la presión disminuye.

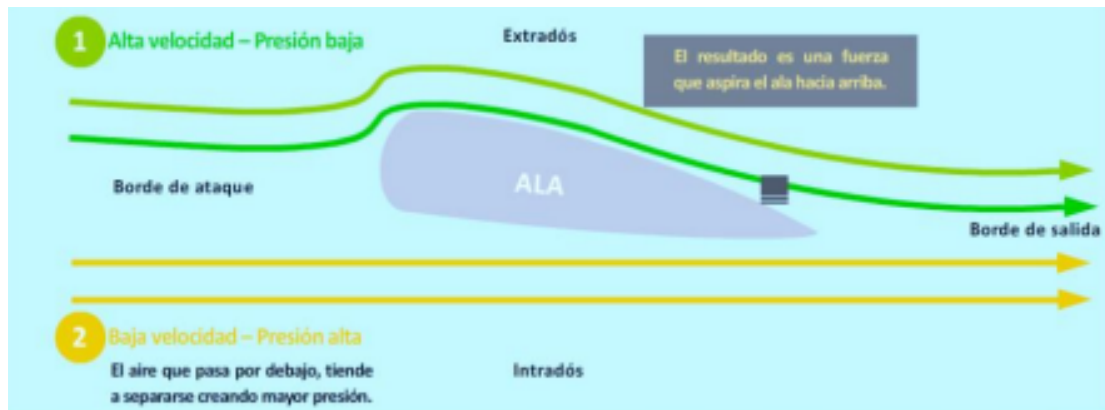


- **Tercera Ley de Newton:** Toda acción tiene una acción de igual magnitud pero de sentido opuesto. Las moléculas del aire que vienen por debajo chocan contra el perfil y son desviadas hacia abajo produciendo la reacción en el perfil de ir hacia arriba. Adicionalmente, el aire que fluye hacia arriba y por debajo sigue la curvatura del perfil y es desviado hacia abajo aportando igualmente una reacción en sentido opuesto.
- Un objeto con curvatura o inclinación puesto en una corriente de aire es capaz de producir sustentación. La forma del perfil alar no es tan relevante como su inclinación en relación al viento, lo que se conoce como **ángulo de ataque**, que es el ángulo que forma la cuerda geométrica de un perfil alar con la dirección del aire incidente.



- Al **chocar la corriente de aire** (el fluido) sobre el ala, como la parte superior es curva, se crea un estrechamiento por la zona donde va a pasar el aire, esto causa que **el aire de la parte superior del ala se acelere** (efecto Venturi), y por lo tanto disminuya la presión (Teorema de Bernoulli) y esto provocará una **diferencia de presiones entre la parte superior (extradós) y la inferior del ala (intradós)**.
- Como la presión de los gases o fluidos tiende a igualarse, esa **diferencia de presión genera una fuerza aerodinámica** que empuja el perfil de la zona de altas presiones a la de bajas presiones conforme la tercera ley de Newton (Principio de acción-reacción). Y además, el flujo de aire que se proyecta desde la parte superior viaja a mayor velocidad que el flujo de aire que se proyecta desde la parte inferior, por lo que empuja donde confluyen ambas partes (borde de salida), generando lo que se denomina flujo inducido con una fuerza adicional hacia arriba.
- **En multirrotores el aire pasa por una hélice con la misma forma que un perfil aerodinámico.** En este caso los rotores son los que generan el flujo de aire a las hélices que generan a su vez la fuerza de sustentación. En una ala fija el flujo de aire se genera por la velocidad que el alcanza el avión en su propulsión.

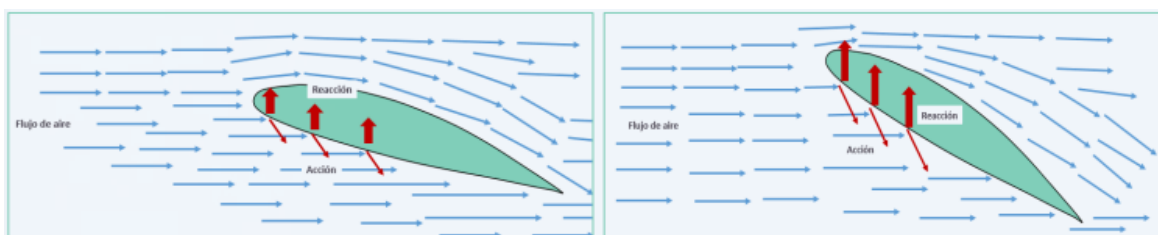
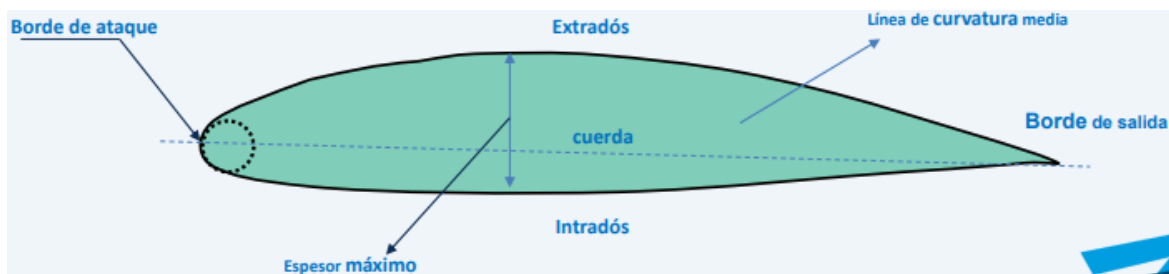
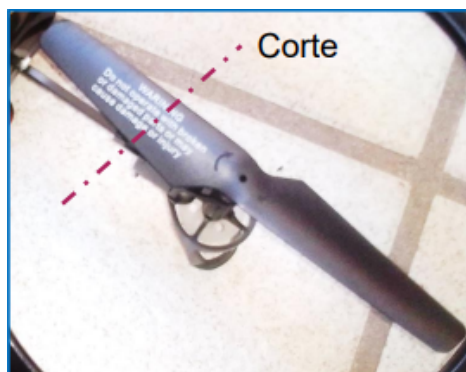




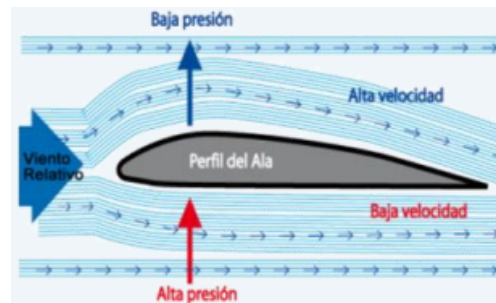
Al ser la presión de la parte inferior del cuerpo mayor que la de la parte superior, esto provoca que el cuerpo se eleve produciendo sustentación.

### Principios aerodinámicos

Si hacemos un corte a la hélice como se muestra en la fotografía obtenemos el perfil que se muestra a continuación:



A mayor ángulo de ataque mayor sustentación, debido a que la fuerza opuesta es mayor cuando mayor es la deflexión del perfil.



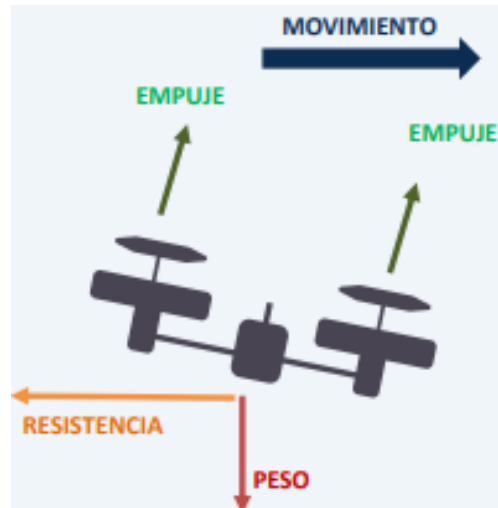
Sustentación (L) = Diferencia de presiones + Deflexión de la corriente

### Fuerzas Aerodinámicas:

- **Empuje (T):** Fuerza necesaria para que la aeronave se mueva a través de una masa de aire. Es proporcionada por el motor, las hélices o los rotores. El empuje se opone a la resistencia, y se simboliza con la letra T, del inglés "Thrust". Para que la aeronave se pueda desplazar en el aire, la fuerza de empuje debe superar a la fuerza de resistencia que se opone a su movimiento.
- **Sustentación (L):** Fuerza desarrollada por un perfil aerodinámico moviéndose en el aire, ejercida de abajo a arriba y cuya dirección es perpendicular al viento relativo. Se suele representar con la letra L del inglés "Lift".
- **Peso (W):** Es la fuerza con que la gravedad de la tierra atrae a los objetos. Su dirección es perpendicular a la superficie terrestre, su sentido es hacia abajo y su intensidad es proporcional a la masa de la aeronave. Se suele representar con una W del inglés "weight". Deberá ser contrarrestada por la sustentación para que la aeronave pueda alzar el vuelo.
- **Resistencia (D):** Fuerza aerodinámica que impide el avance de la aeronave a través del aire. Actúa en dirección opuesta a la trayectoria y de forma paralela al viento relativo. Se representa con la letra D, del inglés "Drag". La resistencia es mayor cuanto mayor es la velocidad de la aeronave.



Las aeronaves de ala fija utilizan los motores específicamente para generar el empuje. En el caso de los multirrotores, existen las mismas 4 fuerzas, pero existe una diferenciación, ya que la acción de los motores está dedicada a la rotación de las hélices, en este caso, se asimila la sustentación con el empuje. Si la aeronave se inclina hacia un lado, el empuje se dirige hacia esa dirección, pero surge una fuerza de componente horizontal, que en este caso se corresponde con la fuerza de resistencia que es la fuerza surgida que se opone al movimiento.



En resumen, las fuerzas actúan de dos en dos, una siempre es contraria a la otra. Para que un UAS se eleve la fuerza de sustentación tiene que ser mayor que la fuerza de gravedad (peso) y para que avance la fuerza de empuje tiene que ser mayor que la fuerza de resistencia.

### Efecto de las condiciones ambientales en el vuelo de los UAS

Nuestro planeta está constituido por tres partes fundamentales, una sólida denominada litosfera (continentes), otra líquida denominada hidrosfera (mares, océanos) y otra gaseosa o atmósfera, que a su vez se divide en diferentes subcapas.

- La subcapa donde tiene lugar el vuelo de los UAS se denomina **troposfera**.
- Es muy importante tener en cuenta la **temperatura, presión, densidad, viento, visibilidad, actividad solar, tormentas y engelamiento**, pues estos factores inciden profundamente en el vuelo.
- Tanto la **densidad, como la temperatura y presión varían con la altitud**, por lo que el cambio en estas magnitudes incide en el rendimiento de la aeronave. **A mayor altura menor es la temperatura, la densidad y la presión.**
  - La presión se debe al peso de aire sobre un cierto punto de la superficie terrestre, por lo que a mayor altura, menor presión.
  - La temperatura disminuye con la altura debido a la absorción de calor de las distintas capas que componen la atmósfera, de modo que cuando aumenta la temperatura las moléculas que componen el aire se dispersan, disminuyendo la densidad, si la temperatura disminuye las moléculas ocupan menor espacio entre si, reduciéndose el volumen que ocupa y aumentando la densidad.

- Según la Ley de Boyle a temperatura constante los volúmenes ocupados por una gas son inversamente proporcionales a las presiones a las que esté sometido.

Al operar un UAS es necesario tener en cuenta los factores ambientales que pueden interferir en el rendimiento de la aeronave y por lo tanto en el vuelo. Los principales factores que pueden afectar son la densidad del aire, la humedad y el viento.

- **DENSIDAD DEL AIRE:** La densidad del aire es un factor muy importante en el comportamiento de la aeronave porque la densidad influye en la sustentación, la resistencia, el rendimiento del motor y la eficacia de la hélice.
  - Si la densidad del aire aumenta hace que aumente la sustentación y la resistencia de la aeronave.
  - Si la densidad del aire disminuye, la sustentación y la resistencia de la aeronave disminuyen.
- **HUMEDAD DEL AIRE:** La atmósfera siempre contiene alguna parte de moléculas de agua en forma de vapor. Debido a la menor densidad del vapor de agua respecto al aire seco, un determinado volumen de aire húmedo pesa menos (es menos denso) que el mismo volumen de aire seco. Por lo tanto, cuando la humedad del aire es mayor, la densidad disminuye y esto provoca que la sustentación del UAS también disminuya.
- **VIENTO:** Es importante tener en cuenta el viento en la atmósfera previo a cada vuelo porque la maniobrabilidad y actuaciones del UAS pueden verse afectados. El viento puede afectar la autonomía y la maniobrabilidad de la UA.
  - El viento en cara o en cola afecta al despegue, ascenso, crucero, y aterrizaje de la aeronave.

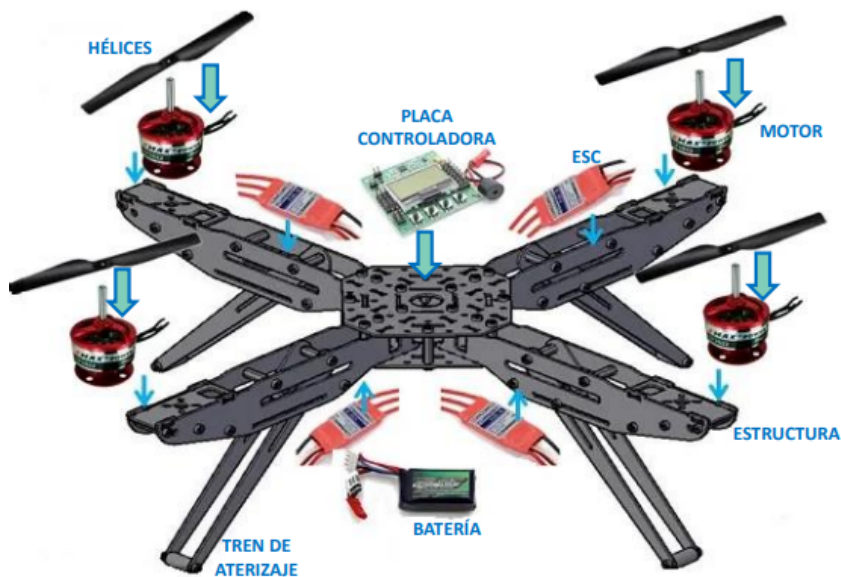
## CONOCIMIENTO GENERAL DEL UAS

### Principios de mando y control

#### Descripción de las partes que componen un UAS

- **CHASIS-MARCO-FUSELAJE:** Esta parte constituye el esqueleto de la aeronave, es en la mayoría de los casos la estructura principal, la que determina tamaño y forma de la misma. En cuanto a materiales se realizan en aleaciones ligeras de aluminio, magnesio y titanio. Para reducir peso se emplean materiales compuestos, tales como fibra de carbono, fibra de vidrio y plástico.
- **GRUPO MOTOPROPULSOR:** Esta parte la conforman los **motores, hélices y rotores** que permiten moverse a la aeronave. Los más utilizados para giroaviones son los motores eléctricos sin escobillas.
  - Hélices: son giradas por la potencia que le transmiten los motores elevando la aeronave en el aire según las fuerzas aerodinámicas. En general, cuanto mayor es la longitud de la hélice mayor es el empuje. Están compuestas habitualmente de fibra de carbono, plástico o nylon.
- **BATERÍAS:** Las más utilizadas son las de polímero de litio, "Li-Po". Precisan una carga más lenta que las de "Ni-Cd" o "Ni-MH", pero se fabrican en más formas que las de Ion-litio por lo que se optimiza el espacio del fuselaje dedicado a las baterías.
- **PLACA CONTROLADORA DE VUELO:** Esta parte constituye el denominado cerebro de la aeronave, es el ordenador integrado que comanda las órdenes de movimiento y recoge los datos del sistema. Entre los elementos de que dispone se encuentran los giróscopos, sensores de altitud y altura, sensores de variación de altura, brújula, sensores de velocidad, sensores de posición, etc.
- **UNIDAD DE MANDO:** Está compuesta por emisores/receptores de señales de radio que envían a la aeronave información para el control de vuelo a través de los mandos de control y recibe datos de los sensores de la aeronave no tripulada a través de antenas. Esta información se transmite al piloto mediante de elementos de gestión datos como pantallas, leds, vibraciones, etc.
- **REGULADORES DE VELOCIDAD O ESC:** Los **ESC (Electronic Speed Control)** son los encargados de que los motores de la aeronave giren a la velocidad necesaria mediante un circuito eléctrico que varía la velocidad y dirección del motor para realizar los diferentes movimientos.
- **GIMBAL O CARDÁN:** Es la parte que sirve de estabilización de la carga de pago a la aeronave. La mantiene controlada y nivelada y hace que se pueda controlar el giro en los ejes x, y, z de la carga de pago desde la estación de control. Además, evita que los movimientos propios de la aeronave y las vibraciones de las hélices y motores afecten al movimiento y la estabilidad de la carga de pago.

- **CARGA DE PAGO/ÚTIL:** Es la parte compuesta por aquel instrumento, mecanismo, equipo, componente, accesorio instalado o fijado en la aeronave y no se utilice ni esté destinado a emplearse para el manejo o control de la aeronave en vuelo. Entre las cargas de pago más comunes se encuentran las cámaras ópticas, térmicas, multispectrales pero existen multitud de cargas de pago.
- **TREN DE ATERRIZAJE:** Es la parte que se emplea para que la aeronave tome tierra y evita sufrir daños al llegar al suelo. En cuadricópteros suelen adoptar la forma de patas, que en ocasiones integran las antenas para recibir la señal de la estación remota y luces LED que varían de color y frecuencia para que el piloto pueda conocer si existe algún problema en el estado de la aeronave. Otro tipo de trenes son retráctiles, lo que permite que se replieguen al despegar y no se interpongan frente a la cámara si ésta gira sobre su eje. Para las aeronaves de ala fija en el tren de aterrizaje se suelen emplear ruedas, o incluso patín situado en su panza o el propio fuselaje reforzado sobre el que aterrizan.



### Descripción del sistema de mando y control

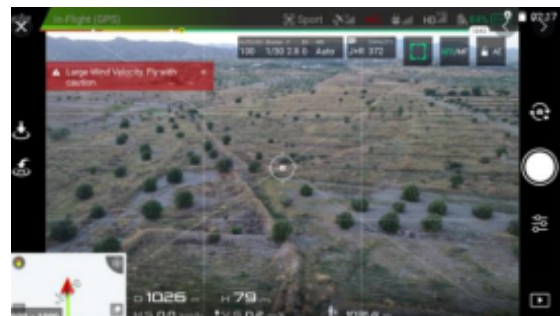
Los UAS, como norma general, disponen de una estación de control o emisora de radio denominada GCS (Ground Control System), que sirve para controlar el equipo. Esta estación de control, puede ser una emisora con sticks y botones para controlar la aeronave, pero existen otras posibilidades como el control por medio de ordenadores o incluso remolques o habilitaciones en el caso de equipos más avanzados.



La función principal de la estación de control es el mando y control del UAS, a través de la cual se producen los movimientos necesarios para guiar la aeronave.

### Estación de control:

- **Emisor/receptor de señal:** Envía a la aeronave información para el control del vuelo y recibe datos de los sensores mediante señales de radio a través de una antena.
- **Elementos de control o mandos:** Permiten dirigir la aeronave permitiendo el control sobre los motores y el resto de sistemas que influyen en el vuelo.
- **Elementos de visualización y gestión de datos:** Procesa los datos de posicionamiento y telemetría y muestra la información necesaria para el vuelo. Los sistemas que disponen de transmisor FPV que irá dentro de la aeronave y el receptor de vídeo de la emisora de control mostrará las imágenes de las cámaras que lleve el UAS. Por medio de su software se puede programar el piloto automático, controlar la cámara, disponer los datos de telemetría, acceder a las funciones de geocaging o geofencing e incluso volver al punto de origen registrado anteriormente.



### Controles de vuelo: Eje-movimiento-Actuación

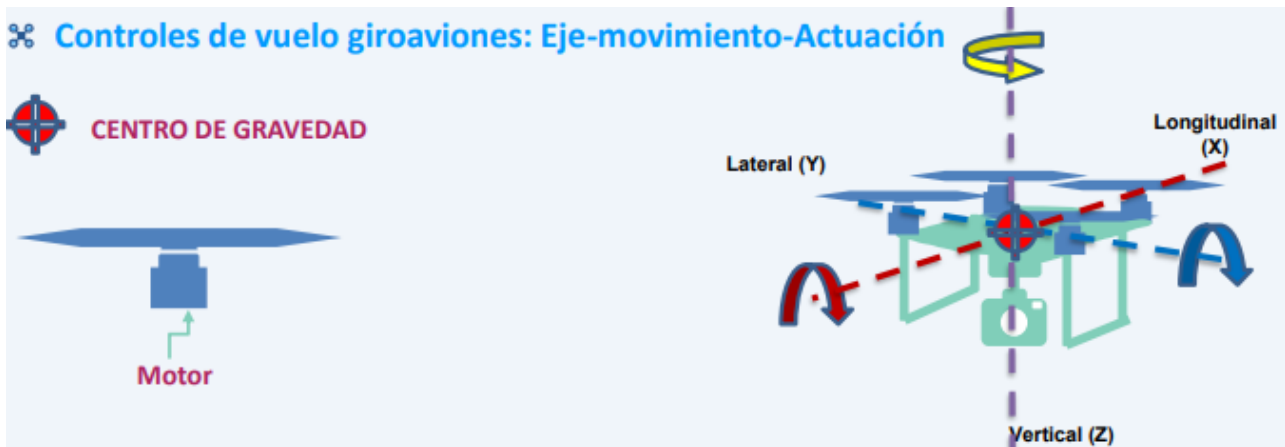
**EJES DE VUELO:** Se denominan ejes de vuelo a unas líneas imaginarias alrededor de las cuales puede girar una aeronave. Existen tres ejes perpendiculares entre sí, alrededor de los cuales puede moverse cualquier aeronave, cuyo punto de intersección está situado en el centro de gravedad de la misma.

- Eje **longitudinal:** Se extiende desde el morro a la cola en una ala fija o de delante hacia atrás a través del cuerpo central en un giroavión.
- Eje **lateral/transversal:** Se extiende de punta a punta de las alas en un ala fija o de izquierda a derecha a través del fuselaje en un giroavión.
- Eje **Vertical:** Está contenido en un plano que pasa por el centro de gravedad desde arriba hacia abajo de la aeronave.

**MOVIMIENTOS DE VUELO:** Son los movimientos que realiza la aeronave alrededor de los ejes de vuelo y se denominan:

- **Alabeo:** Movimiento alrededor del eje longitudinal.
- **Cabeceo:** Movimiento alrededor del eje transversal.
- **Guiñada:** Movimiento alrededor del eje vertical.

**ACTUADOR/SUPERFICIES DE CONTROL:** Es el componente físico de la aeronave que hace moverse a la misma según cada eje. El movimiento de los sticks en la estación de control envía las señales a la central de control de vuelo. Este controlador envía la información necesaria a los actuadores o servos (ala fija) o a los controladores electrónicos de velocidad (ESCs) de cada motor (giroaviones), para que a su vez dirijan los motores para aumentar o disminuir la velocidad.



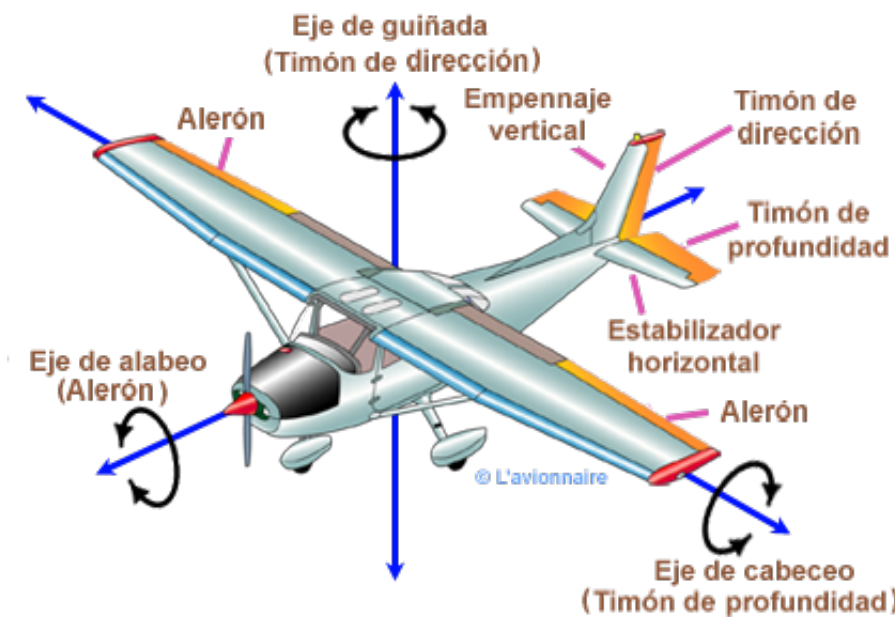
EJE	MOVIMIENTO	ACTUACIÓN
LONGITUDINAL (X)	ALABEO	Movimiento a izquierda o derecha, es decir, movimiento realizado alrededor del eje perpendicular al plano de los rotores.
LATERAL (Y)	CABECEO	Movimiento hacia delante y hacia atrás, es decir, movimiento realizado alrededor del eje transversal al plano de los rotores.
VERTICAL (Z)	GUIÑADA	Rotación o giro, es decir, el movimiento realizado alrededor del eje vertical al centro de gravedad.



Control de vuelo en ala fija:



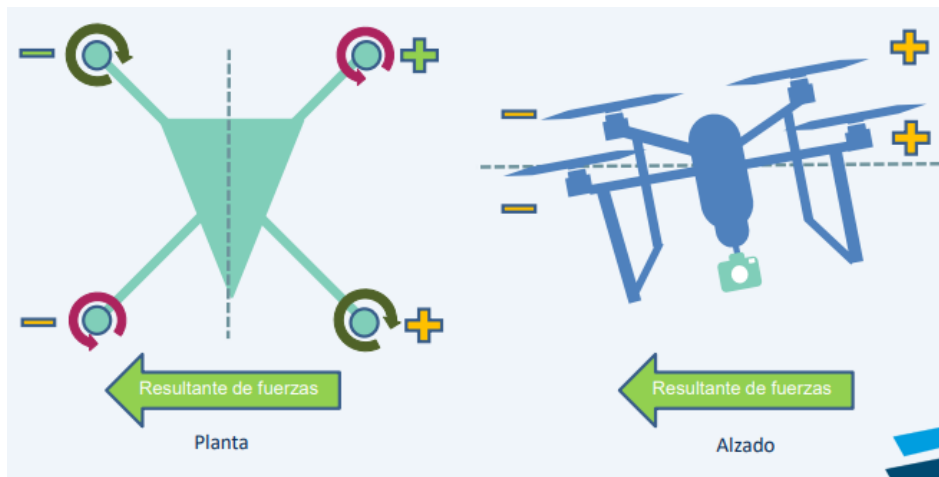
Fig.151 - Ejes del avión y movimientos sobre ellos.



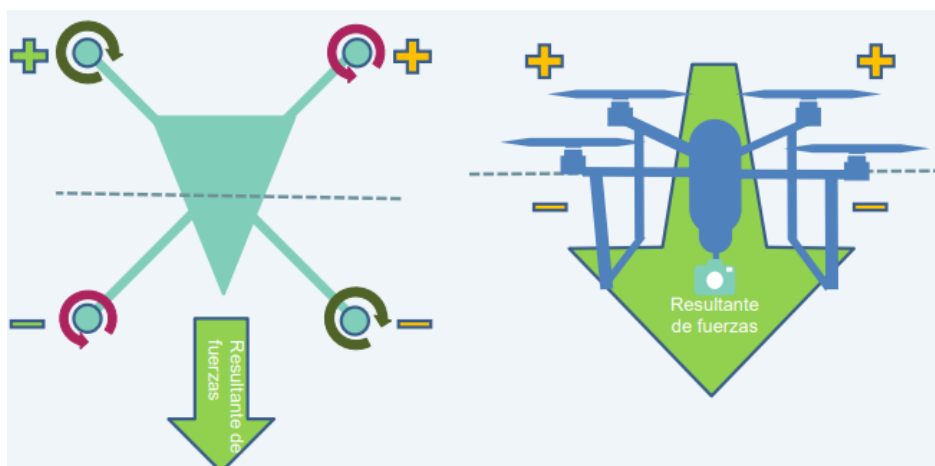
EJE	MOVIMIENTO	ACTUACIÓN
LONGITUDINAL (X)	ALABEO	Alerones
LATERAL (Y)	CABECEO	Timón de profundidad
VERTICAL (Z)	GUIÑADA	Timón de dirección

Para lograr cualquier movimiento, lo que hace la controladora es variar la velocidad de algún motor para lograr una fuerza resultante, que permita a la aeronave realizar el movimiento requerido. Para explicar los movimientos de un giroavión, se va a tomar como referencia una configuración en X de un Cuadricóptero.

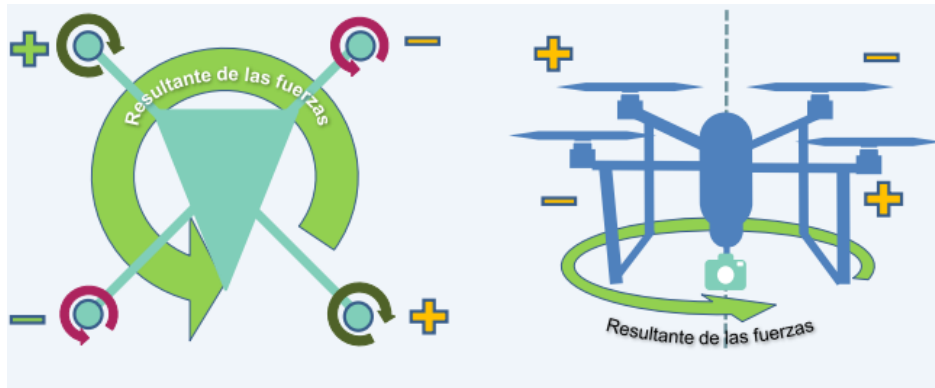
- **Alabeo («Roll»)**: Si se aumenta la velocidad de los motores del plano izquierdo el giroavión bascula hacia el lado derecho apareciendo una fuerza de desplazamiento a la derecha tal y como se muestra en el dibujo:



- **Cabeceo («Pitch»)**: Si se aumenta la velocidad de los motores traseros, el multirroto bascula hacia adelante apareciendo una fuerza de avance tal y como se muestra en el dibujo:



- **Guiñada («Yaw»):** Si se aumenta le velocidad de los motores que giran en el sentido de las agujas del reloj, se produce un desequilibrio del momento angular de fuerzas en torno al eje vertical que provoca que el giroavión gire en sentido antihorario.



## Comunicaciones

Los servicios de comunicaciones permiten el intercambio de información entre los distintos sistemas de tierra y la aeronave. Los enlaces de comunicaciones se pueden dividir en subida (desde la estación de control a la aeronave) y bajada (de la aeronave a la estación de control).

### Enlace de subida: De la GCS al UAS.

- Comandos de control (plan de vuelo, velocidad, vuelta a casa, despegue/aterrizaje, etc.).
- Correcciones GNSS (si las hubiese).
- Comandos para la carga de pago (manejo del gimbal y el comando de las órdenes de vídeo/imagen).

### Enlace de bajada: Del UAS a la GCS.

- Telemetría (datos de vuelo).
- Estado de la carga de pago (posición del gimbal) y baterías.
- Video/imágenes tomadas por la carga de pago.

Los parámetros de rendimiento típicos de un enlace de mando y control son el rango efectivo, la frecuencia de operación y la latencia.

- Latencia: Tiempo necesario para producir, procesar, enviar, recibir, interpretar y ejecutar una orden de comando.

- **Banda de frecuencia:** Es una pequeña sección de frecuencia del espectro radioeléctrico empleado en las comunicaciones de radio, donde los canales de comunicación se utilizan para servicios similares para evitar interferencias y permitir un uso eficiente del espectro. Las frecuencias de enlace de comunicaciones típicas en el uso de **UAS son 2,4 Ghz y 5,8 Ghz.**

**En caso de pérdida de radioenlace,** en la mayoría de los UAS el piloto detectará esta situación mediante una indicación auditiva y visual clara de alarma en su estación de control, y en caso de que el UAS disponga de función de vuelta a casa («**RTH**», por sus siglas en inglés de «Return To Home»), éste se activará de manera automática. Consulte si su UAS dispone de esta funcionalidad en la documentación técnica de la aeronave.

### Sensores incluidos en los UAS

Otra parte muy importante del elemento de mando y control son los **sensores** que nos indican datos como la posición del UA, la altura de vuelo, la orientación del UA y la actitud de la aeronave. Los principales sensores con los que puede contar un UA son:

**IMU (Inertial Measurement Unit):** Sensor que calcula la posición relativa del UA. Está compuesto por un acelerómetro (mide la aceleración lineal con que se mueve el sensor) y un giróscopo (mide la velocidad angular) combinados.

**Sensor de localización:** Se necesitan sensores para determinar la posición absoluta del UA. La forma más popular de hacerlo es usando el **GNSS** (Sistema de posicionamiento global por satélite). También se pueden usar sensores de posicionamiento relativo (altímetro, sonar, sensor ultrasónico de altura AGL, Deckfinder). Para obtener la posición del UAS en los ejes x,y,z, es decir, en tres dimensiones, se necesitan al menos **4 satélites.**

**Sensor de presión barométrica/ sensor de presión:** Con este sensor permitiría disponer de un altímetro barométrico y/o indicador de velocidad vertical. El altímetro **permite conocer altitudes o alturas** en función de su configuración (suele indicarse en pies -ft-), mientras que el indicador de velocidad vertical facilita el **régimen de ascenso y descenso** (suele representarse en pies por minuto -ft/min-). Para conocer la altura de vuelo del UAS también se suele recurrir a radioaltímetros u obtener valores mediante satélite GNSS.”

**Magnetómetro:** este sensor proporciona información acerca del norte magnético. Se utiliza como una brújula para saber en todo momento la dirección a la que apunta el morro UA.

**Sensores anticollisiones-Sense and Avoid (SAA):** Sistema por el cual la aeronave puede detectar y evitar obstáculos fijos en su trayectoria de vuelo sin la intervención del piloto.

La geolocalización es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en la operativa con UAS. Esta función permite al UAS conocer su posición exacta y realizar operaciones automatizadas así como brindar apoyo a los pilotos durante el vuelo.

**Sistema geofencing:** Volumen operacional/ límite virtual del espacio aéreo establecido mediante geolocalización, dentro del cual ha limitado a la aeronave la **entrada** por software. En este caso, el piloto deberá definir un volumen operacional donde volará la aeronave no tripulada en el que no podrá acceder.

**Sistema geocaging:** Volumen operacional/ límite virtual del espacio aéreo establecido mediante geolocalización, dentro del cual ha limitado a la aeronave la **salida** por software. En este caso, el piloto deberá definir un volumen operacional donde volará la aeronave no tripulada y que no podrá abandonar, sin superar los límites horizontales y verticales.

### Instrumentos de vuelo

A partir de la información recogida a través de los sensores mostrados con anterioridad se alimentan los siguientes instrumentos de vuelo.

**Autopiloto:** Gestiona los datos de los sensores para dar órdenes a motores y superficies de control en función de los comandos recibidos. Los sensores reciben los datos que se gestionan en el autopiloto.

En caso de pérdida de GNSS el autopiloto pasa a comandar un **hovering** (vuelo estacionario sobre un punto) y en un tiempo preestablecido si no se recupera esta señal, se procederá al aterrizaje vertical de la aeronave.

El autopiloto permite que el UAS siga la ruta planificada, compensando los efectos del viento y otras perturbaciones de vuelo.

**Sistema de terminación de vuelo (FTS):** En inglés « Flight Termination System». Sistema que disponen los UAS para alcanzar un nivel de seguridad antes de una emergencia mediante la terminación de vuelo en condiciones de seguridad. Los UAS disponen de varios sistemas de terminación segura del vuelo:

- **Vuelta a casa (RTH):** Es el denominado «Return To Home», que consiste en un sistema de seguridad por el que la aeronave en caso de fallo de comunicación o pérdida de control del UA, mantiene una altura predeterminada y vuelve a una posición de seguridad definida con anterioridad. Una vez en esa posición el UAS aterriza de manera automática.
- **Aterrizaje frente a agotamiento de batería.**

### Información imprescindible del UAS

Antes del primer vuelo es importante que todo piloto conozca bien los principales elementos, limitaciones y características de su UAS, así como leer las instrucciones del fabricante.

#### Resumen de los principales elementos del UAS

En las instrucciones existe un apartado donde se explican los principales elementos que componen el UAS y cómo debe ser manejado previo, durante y posterior a cada vuelo.

### Limitaciones de la aeronave

- Limitaciones **meteorológicas**: velocidad máxima de viento, lluvia, niebla o temperatura. Es importante conocer estas limitaciones, y evaluarlas antes de cada vuelo, para saber si se podrá realizar el vuelo.
- Limitaciones **de altura máxima de vuelo y distancia horizontal** segura entre el piloto a distancia y la aeronave no tripulada.
- Limitaciones de masa máxima de despegue: es importante conocer la **MTOM** del UA y, en caso de incluir sistemas adicionales o variar la carga útil, no superar este valor en ningún caso.
- Limitaciones de **batería y tiempos de vuelo**: Se indican todos los datos relativos a la batería, entre los más importantes están el rango de temperatura, para usar de forma segura las baterías y, la duración de las mismas (puede variar según los modos de vuelo de las aeronaves).

### Control del UAS en todas las fases del vuelo

Controlar el UAS en todas las fases de vuelo es imprescindible para realizar un vuelo seguro. Para ello, el piloto a distancia debe seguir las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS, donde se especifican los pasos a seguir para un correcto y seguro arranque de motores, despegue, manejo de la aeronave con sus distintos modos de vuelo, aterrizaje y parada de motores.

### Procedimiento en caso de fallo del UAS

Las instrucciones de la aeronave no tripulada también establecen pautas a seguir en caso de que se produzcan fallos en el UAS durante el vuelo (pérdida de señal GNSS, pérdida del enlace de control, etc.). Es importante que el piloto a distancia conozca los procedimientos y pautas a seguir ante estas situaciones anómalas.

Concretamente, para aquellas aeronaves que dispongan del sistema de vuelta a casa automático (**RTH**) en caso de pérdida de enlace, el piloto a distancia debe saber establecer previo al vuelo los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento.

### Procedimiento para establecer la altura máxima

Si el UAS dispone de un sistema para establecer una altura máxima de vuelo, esta no podrá ser superada durante el vuelo. El piloto a distancia deberá consultar en las instrucciones del fabricante del UAS, el procedimiento a seguir para fijar la altura máxima.

### Procedimiento para cargar las zonas geográficas

El piloto a distancia debe asegurarse de cargar la información más actualizada disponible de la zona geográfica donde vaya a realizar la operación. En las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS, se puede encontrar cuál es el procedimiento para cargar esta información, la cual será facilitada por el Estado miembro.



# CONOCIMIENTO GENERAL DEL VUELO

## CONOCIMIENTO GENERAL DEL UAS

### Procedimiento para cargar el nº de registro del operador

Previo al vuelo, el piloto a distancia debe asegurarse que el número de registro de operador de UAS, el cual es único, intransferible y debe mantenerse en privado, esté cargado en el sistema de identificación remota de la aeronave no tripulada, en caso de disponer de ello. El procedimiento para cargar este número de identificación en la aeronave no tripulada, está detallado en las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.

### Mantenimiento del UAS

Para mantener unas condiciones seguras de aeronavegabilidad del UAS es necesario seguir las instrucciones de mantenimiento facilitadas por el fabricante del UAS.

El piloto a distancia deberá realizar una inspección exterior del equipo, previo a cada vuelo, para asegurar que la aeronave no tripulada está en condiciones óptimas para el vuelo y detectar posibles defectos. Como norma general entre los elementos principales a inspeccionar están:

- Equipo de control, sistemas de apoyo y subsistemas (antenas, cableado, conexiones, etc.).
- Integridad estructural (fuselaje, célula, motores, hélices, etc.).
- Batería (s)/combustible (comprobación de voltajes, estado).
- Comprobación de los sistemas anexos (cámara, sensores).
- Comprobación dinámica de motores, superficies de control, etc.
- Actualización de software/firmware.

## ESPACIO AÉREO

### Introducción del UAS en el espacio aéreo

Las aeronaves no tripuladas, independientemente de su MTOM, pueden utilizarse dentro del mismo espacio aéreo que las aeronaves tripuladas, **el cielo único europeo («SES», por sus siglas en inglés Single European Sky)**. Teniendo en cuenta las características específicas de las operaciones con UAS, estas deben ser tan seguras como las de las aeronaves tripuladas.

Se está desarrollando el sistema «U- space», que comprende la infraestructura, los servicios y los procedimientos para garantizar la seguridad de las operaciones de UAS y apoyar su integración en el espacio aéreo.

Para conocer las restricciones del espacio aéreo en operaciones de UAS en las subcategorías A1 y A3 es necesario, obtener y observar información actualizada sobre las restricciones o condiciones de vuelo publicadas por los Estados miembros.

En la categoría abierta, se podrá volar un UAS a una altura máxima sobre la superficie de 120 m (400ft) del terreno, siguiendo los cambios de la topografía del mismo (tal y como muestra la imagen adjunta).

La aeronave no se alejará más de 120 metros del punto más próximo de la superficie, salvo cuando se sobrevuele sobre un obstáculo. Cuando un Estado miembro defina una zona geográfica con una altura máxima más baja, el piloto deberá garantizar que la aeronave siempre cumple con los requisitos de la zona geográfica en cuestión.

### Definiciones del espacio aéreo

**Geoconsciencia:** Función que, sobre la base de los datos facilitados por las autoridades aeronáuticas, detecta una posible violación de las limitaciones del espacio aéreo y alerta a los pilotos a distancia para que puedan tomar medidas inmediatas y eficaces para evitar esa violación.

**Zona geográfica de UAS:** parte del espacio aéreo establecida por la autoridad competente que facilita, restringe o excluye operaciones de UAS.

**FL (Flight Level):** Nivel de vuelo. Altitud de una aeronave a la presión atmosférica estándar, expresada en cientos de pies (ft). Los niveles de vuelo se utilizan para garantizar una separación vertical segura entre aeronaves.

**IFR (Instrumental Flight Rules):** Reglas de vuelo instrumental: Conjunto de normas y procedimientos contemplados 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 es necesario tener contacto visual con el terreno.

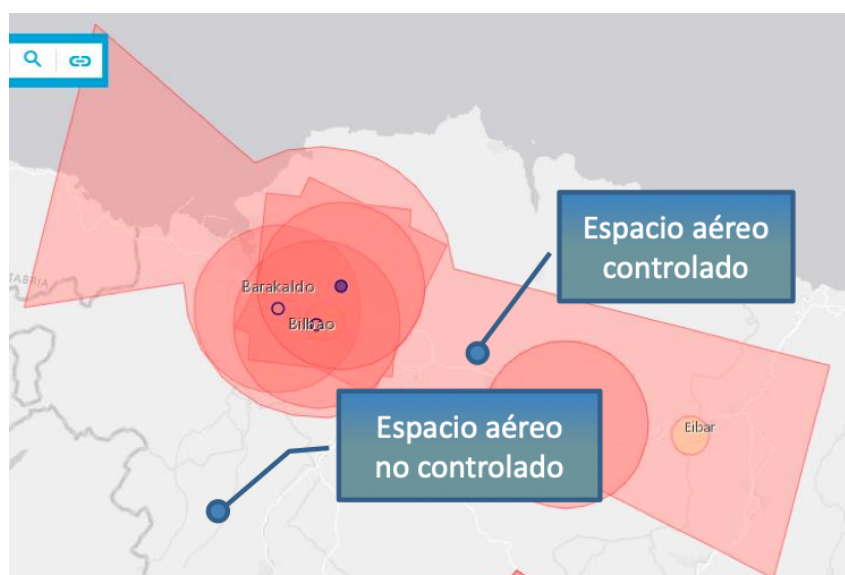


**VFR (Visual Flight Rules):** Reglas de vuelo visual: Conjunto de normas contenidas en el Reglamento (UE) no 923/2012 del SERA, que establecen las condiciones suficientes para que el piloto pueda dirigir su aeronave, navegar y mantener la separación de seguridad con cualquier obstáculo con la única ayuda de la observación visual.

### Tipos de espacio aéreo

**Controlado:** Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita el servicio de control de tránsito aéreo («ATC», por sus siglas en inglés Air Traffic Control) a los vuelos IFR y VFR, de acuerdo con la clasificación del espacio aéreo.

**No controlado:** Espacio aéreo en el que no se presta el servicio de control de tránsito aéreo («ATC», por sus siglas en inglés Air Traffic Control) a los vuelos que operan en este espacio aéreo.

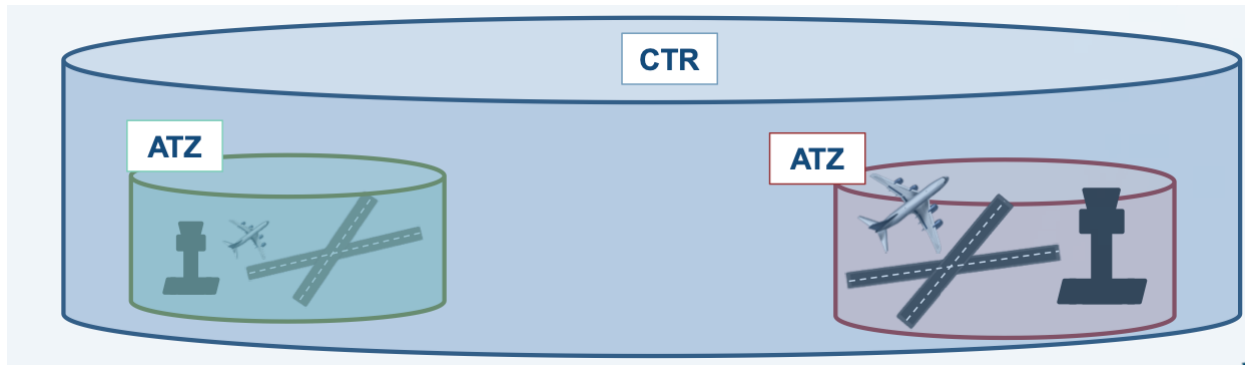


**Estructuras de espacio aéreo:** Espacio definido en **3 dimensiones (volumen)** creado con propósitos de facilitar la provisión de los servicios de tránsito aéreo («ATS», por sus siglas en inglés Air Traffic Services).

El espacio aéreo se organiza en:

- **ZONAS DE CONTROL (CTR):** Volumen de espacio aéreo que se extiende desde el suelo hasta una altura determinada. Su finalidad es la de proteger y controlar todo movimiento de las aeronaves de uno o más aeródromos, especialmente las entradas y salidas de los vuelos IFR.
- **ZONAS DE TRÁNSITO DE AERÓDROMO (ATZ):** Volumen de espacio aéreo alrededor de un aeródromo para la protección y control de su tráfico, especialmente el que realiza vuelos VFR. Si el aeródromo acepta operaciones IFR existirá un CTR que englobará el ATZ.

- ZONAS DE INFORMACIÓN DE VUELO (FIZ): Espacio aéreo NO CONTROLADO que se extiende hacia arriba desde la superficie terrestre hasta un límite superior especificado.



### Restricciones del espacio aéreo

Cuando la autoridad aérea del Estado miembro considere que alguna parte específica del espacio aéreo presenta **ciertos condicionantes especiales**, podrá establecer de manera permanente o temporal restricciones y reservas al espacio aéreo, limitando e incluso prohibiendo el vuelo de ciertas aeronaves. Estas zonas se clasifican como:

- **Peligrosas** (“Dangerous”-**D**): Es aquel volumen en la que es probable que, en algún momento, se desarrolle algún tipo de actividad que pueda poner en peligro la circulación aérea. En estas zonas, el piloto tiene la obligación de informarse sobre las actividades que han conducido a la autoridad a declarar esa área como peligrosa, y en qué momento tendrán lugar.
- **Restringidas** (“Restricted”-**R**): Es aquel volumen en la que sólo podrán circular las aeronaves que cumplen con los requisitos de acceso indicados por la autoridad competente. Se exceptúan, las aeronaves del Estado.
- **Prohibidas** (“Prohibited”-**P**): Es aquel volumen en la que sólo puede circular aeronaves autorizadas por el Estado Español.
- En el caso de la península, España y, las Islas Baleares, se mostrará como “LE”, quedando **LED**, **LER** o **LEP** más el número correspondiente de la serie numérica utilizada (por ejemplo, LER28), a excepción del espacio aéreo de las Islas Canarias, en el que las dos letras que anteceden a la clasificación no serán “LE” sino “GC” (quedando como **GCD**, **GCR** o **GCP**) y en Melilla donde se empleará el prefijo “GE” (**GED**, **GER**, **GEP**).

El espacio aéreo temporalmente segregado (**TSA**), es el volumen de espacio aéreo delimitado de forma temporal para el uso exclusivo de una actividad determinada y autorizada por la autoridad competente.

El espacio aéreo temporalmente reservado (**TRA**), es el volumen de espacio aéreo asignado para el uso específico de un usuario asignado durante un periodo determinado, y a través del cual, ATC podría permitir otro tránsito.

Las zonas restringidas al vuelo fotográfico (ZRFV), aquellas zonas que requieren la autorización previa para la realización de fotografía, filmación o cualquier toma de imágenes aéreas por contener o encontrarse próximas a objetos clasificados o áreas de acceso restringido.

Las zonas de fauna sensible (F), es aquel volumen de espacio aéreo donde por motivos medioambientales y de protección de especies se puede restringir o incluso prohibir el vuelo de UAS.

### Condiciones operacionales aplicables a las zonas geográficas de vuelo de los UAS

Las denominadas **zonas geográficas UAS** contribuyen a controlar riesgos de:

- Seguridad pública
- Protección de datos personales
- Privacidad
- Medio ambiente

Los Estados miembros podrán:

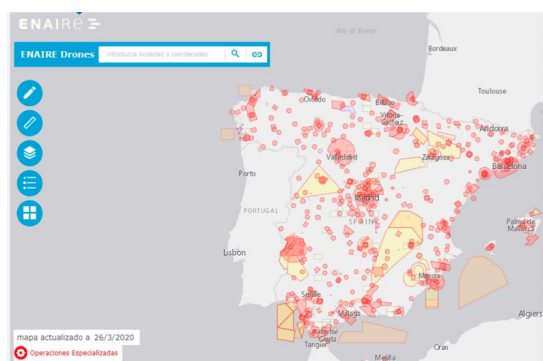
- Prohibir algunas o todas las operaciones
- Requerir condiciones particulares o una autorización
- Permitir el acceso solamente a ciertas clases de UAS
- Someter las operaciones a normas ambientales específicas
- Permitir el acceso a UAS equipados con determinados elementos
- Requerir que los UAS estén equipados con ciertas funcionalidades (identificación remota, geoconsciencia, etc.).

Además, sobre la base de una evaluación del riesgo se podrán **crear excepciones** de uno o más de los requisitos para operar en **categoría «abierta»**.

La información sobre estas zonas y su periodo de validez será pública y disponible en formato digital, para poder establecer la función de geoconsciencia.

Esta información estará disponible en el visor cartográfico Enaire drones:

<https://drones.enaire.es/>



## LIMITACIONES DE FACTORES HUMANOS

El factor humano es una de las principales limitaciones y aspectos a tener en cuenta antes de realizar un vuelo. Los factores humanos se pueden dividir en:

- Influencia del estado de salud y de las sustancias psicoactivas sobre el piloto a distancia (metodología I'M SAFE)
- Percepción humana

Influencia de sustancias psicoactivas o alcohol o cuando el piloto a distancia no está apto para realizar sus tareas

Los siguientes elementos pueden tener influencia sobre el comportamiento y las capacidades para operar una aeronave no tripulada por parte del piloto a distancia, metodología «I'M SAFE»:

- I: Enfermedad (illness)
- M: Medicación
- S: Estrés (stress)
- A: Alcohol
- F: Fatiga
- E: Emociones

**Enfermedad (I):** Resfriados, alergias o otras enfermedades comunes pueden provocar malestar en el piloto a distancia, como por ejemplo irritación en los ojos o dolor de cabeza, lo cual puede acabar afectando a la seguridad del vuelo. El piloto debe evaluar su aptitud física antes de la realización del vuelo, y solo lo llevará a cabo si considera que se encuentra en una condición lo suficientemente óptima para asegurar que la enfermedad no afectará la seguridad de la operación.

**Medicación (M):** En aquellas situaciones en las que el piloto a distancia está enfermo, la solución habitual es la medicación. Para estas situaciones en las que la medicación es necesaria, el piloto a distancia debe evaluar si la medicación tomada puede causar algún tipo de deterioro mental o físico que pueda interferir con la seguridad del vuelo.

**Estrés (S):** Un pequeño nivel de estrés puede ser positivo para el piloto a distancia a la hora de volar, ya que lo mantiene alerta frente a situaciones de riesgo. Sin embargo, un alto nivel de estrés puede afectar al comportamiento y capacidad de reacción. El piloto a distancia debe ser capaz de reconocer y valorar su nivel máximo de estrés aceptable y no superarlo durante los vuelos. Hay tres tipos de estrés:

- Estrés fisiológico: Este estrés está relacionado con el físico del piloto a distancia. Está relacionado con la fatiga física, que puede venir producida por ejemplo por realizar un ejercicio previo, estar fuera de forma o el jet lag.
- Estrés producido por el entorno: Producido por todo lo que nos rodea. Puede incluir altas o

bajas temperaturas, exceso de ruido o nivel de oxígeno inadecuado.

- Estrés psicológico: Es el estrés producido por la ansiedad, fatiga mental o factores emocionales y sociales.

**Alcohol (A):** Obviamente el consumo de alcohol y/o sustancias psicoactivas no hacen buena combinación con la realización de vuelos de UAS. El consumo de estas sustancias afecta al cerebro, vista, sistema auditivo, psicomotricidad y al juicio del piloto; todas ellas completamente necesarias para la realización de un vuelo seguro.

**Fatiga (F):** La fatiga es un elemento difícil de controlar, ya que afecta de manera diferente a cada persona, por lo tanto, cada piloto es responsable de conocer sus limitaciones de fatiga y nunca sobrepasarlas antes o durante un vuelo. Elementos que pueden afectar a la fatiga del piloto son por ejemplo la falta de sueño, el cambio de horario, el jet lag o las operaciones nocturnas.

**Emociones (E):** El piloto a distancia debe preguntarse si el estado mental en el que se encuentra antes de realizar el vuelo es estable. Las emociones pueden controlarse la mayor parte del tiempo, pero también pueden resurgir fácilmente, especialmente bajo situaciones estresantes.

**Percepción:** capacidad que tiene el ser humano para interpretar los estímulos que recibe a través de los sentidos y formar una impresión física de su entorno.

- Limitada y puede llegar a ser errónea.
- Al operar un UAS es importante ser consciente de:
  - Limitaciones de la percepción humana
  - Factores que influyen en la percepción

**Factores que pueden afectar al alcance visual** de la aeronave no tripulada (**modo VLOS**):

- **Condiciones climáticas:** En situaciones en las que las condiciones meteorológicas son adversas o poco favorables, se puede ver afectada la percepción cognitiva del piloto a distancia. (Ejemplos: Niebla, lluvia, nieve, etc.).
- **Luminosidad:** En situaciones en las que la falta de luminosidad o el exceso de luz pueden afectar a la visión del piloto (Ejemplos: Realizar vuelos con el sol de cara, vuelos atardeciendo o amaneciendo en los cuales hay poca luminosidad, etc.).

**Factores que pueden afectar a la correcta visión del UAS (VLOS):**

- **Contraste:** Aquellos casos en los que debido al color del UAS sea similar a las tonalidades del entorno donde se realiza el vuelo pueden dificultar la visión del mismo durante el vuelo. (Ejemplo: Un UAS de color azul similar al color del cielo, es más difícil de ver a la hora de volar, ya que se podría confundir con el color del cielo, etc.).
- **Superficie del terreno:** En aquellos casos en los que la superficie del terreno donde se va a realizar el vuelo tenga desniveles, se deberá tener en cuenta dado que se puede llegar a perder de vista el UAS tras el terreno. (Ejemplo: Al realizar vuelos en una ladera de una

montaña y querer obtener imágenes del otro lado de la montaña se puede llegar a perder el UAS de vista, etc.).

- **Ayudas visuales:** Los UAS que dispongan de sistemas tales como luces o materiales reflectantes que faciliten la visión del mismo a los pilotos a distancia.
- **Tamaño del UAS:** Aquellos UAS más voluminosos o de mayor tamaño son más fácilmente visibles para el piloto a distancia que los UAS de menor tamaño.

**Limitaciones percepción humana:** Dado que durante el vuelo el piloto a distancia se encuentra en tierra y a una distancia considerable del UAS, debe ser consciente que no tiene una correcta percepción de:

- La distancia entre el UAS y un obstáculo, o la distancia entre obstáculos.
- La velocidad a la que vuela el UAS.
- La altura exacta a la que se encuentra el UAS.

Todas estas precauciones deben ser aún mayores en caso de realizar vuelos nocturnos, ya que debido a la escasa o nula visibilidad la percepción humana es mucho menor, y por lo tanto, aumenta el riesgo de la operación. Para tratar de disminuir este riesgo y aumentar la percepción visual del piloto y, de este modo, pueda distinguir el UA de una aeronave tripulada, en los **vuelos nocturnos a partir del 1 de julio de 2022, será obligatorio que el UA esté equipado con al menos una luz verde intermitente.**

Por ello durante el vuelo se deben extremar las precauciones y procurar no acercarse demasiado a obstáculos (fijos o móviles), no volar a altas velocidades ni excesivamente alto o bajo.

## PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

### PRIVACIDAD

En Europa la privacidad está reconocida como uno de los derechos humanos, lo cual significa que todos tenemos un derecho básico a la vida privada. El derecho básico a la vida privada son las limitaciones físicas dentro de las cuales opera un individuo. Estas limitaciones incluyen el hogar, las relaciones personales (familia y amigos), y ciertos campos de información seleccionados (información personal, sensible o embarazosa).

### PROTECCIÓN DE DATOS

Dentro de la privacidad, la protección de datos tiene como objetivo la protección de información personal. Cuando hablamos de información personal nos referimos a cualquier información (incluyendo imágenes y audios) sobre una persona física identificada o identificable.

- **Identificada:** Aquella que se puede identificar directamente (ejemplo: cara) o indirectamente (ejemplos: matrícula de coche, localización, etc.)
- **Identificable:** Aquella que se puede identificar mediante datos tales como número de identificación, localización, identificación online o a través de factores físicos, psicológicos, genéticos, mentales, económicos o culturales.

El Reglamento General de Protección de Datos (RGPD): Es el Reglamento Europeo relativo a la Protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de los datos personales y a la libre circulación de estos datos.

En la web de la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD), se encuentra descargable una guía de drones y protección de datos como recursos adicionales

<https://www.aepd.es/es>

Cuando vuelas con un UAS que cuente con algún dispositivo capaz de captar información personal de un individuo se debe tener la precaución de no vulnerar la privacidad de otras personas.

Las principales capacidades que puede tener un UAS relacionados con la captura de información personal son:

- **Cámaras**
- **Micrófonos**

El grado de impacto del uso de un UAS en la privacidad de las personas no solo depende de las capacidades de captura de datos del UAS sino también depende de:

- El propósito del piloto a distancia que opere el UAS.



# CONOCIMIENTO GENERAL DEL VUELO

## PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

- La extensión y tipo de información personal que son capturadas. Cómo se usa/procesa esta información personal.
- Quién está volando el UAS.
- El contexto y ubicación del UAS.

¿Se puede grabar o fotografiar a una persona(s) en su vida privada?: Salvo permiso expreso del individuo NO está permitido. Abstenerse de grabar o tomar imágenes de personas que puedan ser identificadas sin su permiso.

¿Se puede tomar fotografías de personas en zonas públicas?: Salvo permiso expreso del individuo NO está permitido. El derecho a la vida privada se puede aplicar también en áreas públicas, donde una persona puede tener un cierto grado de privacidad. **Esto significa que una persona puede aparecer como parte de una fotografía captada con el UAS, pero no debe ser el objetivo de la misma (mediante zoom o micrófonos direccionales).**

¿Se puede grabar un vídeo o secuencia de imágenes en un lugar público con gente?: En general sí. No habría problema por una breve e inadvertida captura o aparición en un video de una persona ajena a la operación en un lugar público, en cambio no estaría permitido si dicha grabación consiste en el seguimiento sistemático y permanente de una persona convirtiéndola en el objetivo.



## SEGURIDAD FÍSICA DEL UAS

**Interferencia ilícita:** Un acto de interferencia ilícita se define como aquella tentativa(s) o acción(es) destinadas a comprometer la seguridad de aeronaves y/o instalaciones aeroportuarias. En el caso de operaciones con UAS los ejemplos más comunes serán el robo o secuestro de la aeronave no tripulada.

Para evitar actos de interferencia ilícita (robo o secuestro) sobre la aeronave no tripulada, se recomienda que:

- Exista control de acceso en tierra vigilada, acotada y restringida en la zona donde se esté operando con el UAS para evitar acciones sospechosas en las proximidades de la aeronave y de los pilotos a distancia.
- Exista una persona responsable de su vigilancia en todo momento.

Durante el transporte de la aeronave hacia la zona de operaciones es recomendable que viajen en equipajes preparados específicamente para su transporte y seguridad.

La custodia y almacenamiento del UAS y sus equipos, incluyendo las baterías, es responsabilidad del piloto a distancia.

Para prevenir el secuestro de la aeronave mediante la interferencia deliberada de las señales utilizadas para el control de la aeronave, se recomienda disponer de medidas de prevención como pueden ser sistemas de encriptado de la señal.

**PROTOCOLO FHSS:** El espectro ensanchado por salto de frecuencia es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor, para evitar actos de interferencia deliberada de la señal entre emisor (emisora) y receptor (aeronave).

### Precauciones a tener en cuenta por el piloto a distancia

- **Carga útil:** Antes de iniciar cada vuelo comprobar que la carga de pago del UAS está fijada correctamente y los movimientos son los correctos.
- **Motores y hélices:** Las hélices y los rotores pueden causar graves heridas a las personas en caso de entrar en contacto con ellas durante su funcionamiento, por ello es recomendable mantener una distancia de seguridad respecto del UAS cuando se realiza la puesta en marcha y parada de los motores.
- **Equipamiento personal:** Se recomienda al piloto a distancia proteger las partes más vulnerables del cuerpo ante posibles heridas provocadas por las hélices.

- **Baterías:** Las baterías son un elemento muy sensible y su mal uso, carga o almacenamiento puede provocar graves consecuencias. Algunas recomendaciones para las baterías son:
  - Durante la carga:
    - Usar únicamente los cargadores específicos.
    - Vigilar la batería en el proceso de carga.
    - No cargar cerca de materiales inflamables.
    - No cargar baterías hinchadas, estropeadas o dañadas.
    - No sobrecargar las baterías.
  - Transporte:
    - Mantener en el rango de temperaturas indicadas por el fabricante.
    - Usar bolsas adecuadas para el transporte (ignífugas).
  - Almacenamiento:
    - Almacenar en recipiente metálico/cerámico o bolsa ignífuga.
    - Mantener en el rango de temperaturas indicadas por el fabricante.
    - Fuera de fuentes de calor y fuego.
    - Nunca almacenar completamente descargadas, siempre con carga parcial (30% aproximadamente).

### SEGUROS Y ACCIDENTES E INCIDENTES CON UAS

Los operadores de UAS y los pilotos a distancia deben asegurarse de estar adecuadamente informados sobre normas/regulaciones aplicables de la Unión y nacionales relativas a las operaciones previstas según el Estado miembro donde vayan a operar, dentro de lo cual se incluyen los seguros de responsabilidad civil para operaciones con UAS.

En la Unión Europea, como requisito genérico, se requerirá un seguro de responsabilidad civil cuando la aeronave no tripulada supere los 20 kg de MTOM (masa máxima de despegue).

Para aquellas aeronaves no tripuladas con una masa máxima al despegue inferior a 20 kg, los Estados miembros podrán exigir los seguros que consideren oportunos a través de la legislación nacional.

En el caso de España, durante un periodo transitorio hasta la publicación del Real Decreto UAS:

- Los operadores de UAS que realicen operaciones especializadas o vuelos experimentales con UAS deben disponer de una póliza de seguro que cubra la responsabilidad civil frente a terceros por los daños que puedan ocasionarse durante la operación, de acuerdo al artículo 26 del Real Decreto 1036/2017.
- Los operadores de UAS que realicen operaciones destinadas exclusivamente a actividades deportivas, recreativas, de competición y exhibición, así como las actividades lúdicas propias de las aeronaves de juguete, deberán disponer de una póliza de seguro de daños a terceros de acuerdo al artículo 11 y 127 de la Ley de Navegación Aérea.

Tras la publicación del Real Decreto UAS lo indicado anteriormente se verá modificado.

Asimismo, antes de realizar vuelos en otros Estados miembros es aconsejable consultar la necesidad de disponer de póliza de seguros.

El operador o piloto a distancia será responsable en caso de accidente o incidente.

- **Accidente:** Todo suceso que, en relación con la utilización de una aeronave, tenga lugar, en el caso de aeronaves no tripuladas, en el periodo comprendido entre el momento en que la aeronave esté lista para ponerse en movimiento con intención de realizar un vuelo y el momento en que se detenga al final del vuelo y se apaguen los motores utilizados como fuente primaria de propulsión, y durante el cual una persona sufra lesiones mortales o graves como consecuencia de entrar en contacto directo con alguna parte de la aeronave.
  - **Lesión grave:** Cualquier lesión sufrida por una persona en un accidente que tenga como consecuencia hospitalización, rotura de hueso, laceraciones, lesión de órganos o quemaduras.
  - **Lesión mortal:** Cualquier lesión sufrida por una persona en un accidente y que provoque su muerte en un plazo de 30 días contados a partir de la fecha del accidente.



# CONOCIMIENTO GENERAL DEL VUELO

## SEGUROS Y ACCIDENTES E INCIDENTES CON UAS

El operador o piloto a distancia será responsable en caso de accidente o incidente.

- Incidente: Cualquier suceso relacionado con la utilización de una aeronave, distinto de un accidente, que afecte o pueda afectar a la seguridad de su utilización.
- Incidente grave: Cualquier incidente que está relacionado con la utilización de una aeronave y en el que concurren circunstancias indicadoras de una alta probabilidad de que se produjera un accidente.
  - Ejemplos característicos de incidentes que podrían ser graves: Cuasi-colisión que requiere una maniobra evasiva para evitar la colisión; Impacto contra el suelo sin pérdida de control; Incendio o humo producido en cualquier elemento del UAS, etc.

En caso de ocurrencia de un accidente o incidente grave, se comunicará tan pronto como sea posible a la CIAIAC (Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil) a través de esta web <https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/ciaiac/notificacion>

Por otro lado, además de reportar en España se podrá reportar a cualquier país miembro de la Unión Europea en el siguiente enlace: [www.aviationreporting.eu](http://www.aviationreporting.eu)



## PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES PREVIOS AL VUELO

Antes de iniciar un vuelo con UAS se deben comprobar una serie de elementos que pueden afectar a la seguridad de la operación. Para realizar esta comprobación, el operador o el piloto a distancia debe verificar, empleando el “concepto MEUH”, los siguientes componentes:

- Meteorología
- Entorno
- UAS
- Limitaciones Humanas

### Meteorología

El piloto a distancia debe verificar que las condiciones ambientales y meteorológicas antes de iniciar la operación, y durante el periodo que dure el vuelo, son adecuadas y compatibles con los límites del UAS (definido en las instrucciones facilitadas por el fabricante). Para una planificación acertada de la fecha de la operación, el piloto a distancia debe consultar previamente la información meteorológica. Los siguientes factores pueden afectar el rendimiento de la aeronave, causando efectos no deseados y poniendo en riesgo la seguridad del vuelo:

- **Viento:** El viento puede afectar a la autonomía y la maniobrabilidad de la aeronave.
- **Temperatura:** La temperatura puede afectar a la autonomía y el rendimiento de las baterías.
- **Visibilidad:** El nivel de luz o la niebla afectan a la capacidad del piloto a distancia para mantener la aeronave en modo VLOS.
- **Lluvia o nieve:** Consultar las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS para saber si se puede operar en dichas condiciones con seguridad.

Si durante la operación el piloto observa un cambio en las condiciones meteorológicas que pueda afectar a la seguridad y rendimiento de la aeronave, cancelará el vuelo.

### Entorno de la operación

El piloto a distancia debe evaluar el entorno donde va a realizar los vuelos antes de iniciar la operación. Para ello es imprescindible verificar que la operación se ajusta a la normativa y cumple con las posibles limitaciones y restricciones impuestas en el área de operación.

AESA ha elaborado la Guía sobre requisitos y limitaciones al vuelo de UAS en función del lugar de operación (zonificación) disponible en su página web: <https://www.seguridadaaerea.gob.es/es/ambitos/drones/operaciones-uas-drones/vuelos-con-uas-drones-zonificacion>

Esta verificación se realizará consultando la aplicación web <https://drones.enaire.es/>

Una vez comprobadas las posibles **restricciones y limitaciones en la zona de operación prevista**, el piloto a distancia, ya sobre el terreno, deberá realizar una exploración, ya sea de manera visual o caminando por el área de operación.

El objetivo de esta exploración es:

- **Detectar y tener en cuenta los posibles obstáculos** (edificios, vehículos, vías públicas, montañas, árboles, antenas, líneas de tensión, antenas, etc.) que puedan impedir en algún momento del vuelo mantener la aeronave en modo VLOS y por lo tanto afectar la seguridad de la operación o interferir con la ruta planeada.
- **Detectar la presencia de personas no participantes** en la operación o concentraciones de personas. En caso de detectar personas no participantes a la operación se les debe proporcionar instrucciones para que se alejen de la zona terrestre controlada.
- **Detectar posibles interferencias electromagnéticas** producidas por ondas de radio, televisión, móviles, conexiones inalámbricas (Wi-Fi, bluetooth, etc.) que pueden provocar la degradación o pérdida de señal. Este efecto será mayor aún en entornos urbanos, por lo que el piloto a distancia deberá comprobar, previo al vuelo, que el estado de la señal sea adecuado.

## UAS

Antes de cualquier vuelo, el piloto a distancia debe comprobar que la aeronave no tripulada **reúne las condiciones apropiadas** y que se ha realizado el mantenimiento necesario.

Para ello deberá realizar una inspección exterior del equipo siguiendo una secuencia de actuación según las instrucciones del fabricante. Es recomendable el uso de listas de control (checklist), para asegurar que todos los puntos necesarios han sido comprobados.

Hay que tener en cuenta que ciertos elementos son más susceptibles de sufrir desgaste o deterioro, por lo que necesitan que se les preste mayor atención en la inspección previa al vuelo.

## Limitaciones Humanas

Antes de iniciar una operación, el piloto a distancia debe verificar que se encuentra en condiciones óptimas para llevar a cabo la operación. Para ello, el piloto a distancia deberá usar la metodología **I'M SAFE**, tal y como se ha visto en el apartado de "Limitaciones de factores humanos" de este curso de formación.

I: Enfermedad (illness)

M: Medicación

S: Estrés (stress)

A: Alcohol

F: Fatiga

E: Emociones

## PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES DURANTE EL VUELO

### Procedimiento normal de vuelo

Se considera operación normal aquella operación de carácter rutinario en la que no se prevé que vaya a ocurrir ninguna circunstancia que ponga en riesgo la seguridad del vuelo (piloto, UAS, entorno o personas).

El piloto a distancia estará concentrado en el pilotaje de su aeronave, garantizando un vuelo seguro en todo momento, evitando todo tipo de distracciones que puedan afectar la seguridad de la operación. Durante el vuelo, el piloto estará al tanto de los siguientes parámetros:

- **Coordinación y comunicación entre el personal de la operación** (piloto a distancia, observador del UAS, observador del espacio aéreo, operador de cámara, etc.) **y entre operador y terceros** (servicio de tránsito aéreo, otras aeronaves, vigilantes de zona terrestre controlada, etc.)”
- Evolución de las condiciones **meteorológicas**
- **Altitudes** máximas y mínimas de vuelo
- Gestión del **combustible** (carga de batería consumida y restante)
- Datos de **telemetría y avisos o alertas**

Además, durante el vuelo, el piloto debe tener una consciencia situacional, de manera que sea capaz de percibir y comprender lo que ocurre en su entorno, y esto le guía en la toma de decisiones; el piloto debe estar alerta.

Los tres componentes principales de la **consciencia situacional** son:

- **Percepción:** El piloto a distancia es capaz de percibir y reconocer todos los elementos que tiene alrededor.
- **Comprensión:** El piloto a distancia es capaz de comprender e interpretar los elementos que percibe.
- **Proyección:** El piloto a distancia es capaz de anticipar mentalmente y prevenir los posibles eventos en base a la comprensión realizada anteriormente.

Los componentes de la consciencia situacional (percepción, comprensión y proyección) se llevan a la práctica mediante la técnica **OODA**, la cual consiste en que el piloto a distancia es capaz de:

Observar – Ver Opciones – Decidir - Actuar

## Procedimiento de contingencia o de emergencia

Los procedimientos de contingencia o de emergencia son aquellos que **el piloto a distancia debe realizar cuando percibe un riesgo potencial, comprende las circunstancias que de él se pueden derivar y lleva a cabo las acciones oportunas para evitarlo.**

El piloto a distancia debe evaluar la situación de vuelo y si se presentan situaciones que pudieran comprometer la seguridad procederá a la activación de los procedimientos de contingencia y/o emergencia. Entre las principales circunstancias que pueden degradar la seguridad del vuelo se encuentran:

1. Encuentro con aeronave tripulada.
2. Presencia de personas no participantes.
3. Pérdida o degradación de comunicaciones con personal del operador y terceros.
4. Pérdida o degradación de enlace de mando y control.
5. Pérdida o degradación de la señal GNSS.
6. Pérdida de datos, sensores o telemetría.
7. Daño de las baterías (agotadas, fuego, etc.).
8. Fallo en el autopiloto.
9. Fallo en motor o hélice.

Las medidas que el piloto a distancia debe tomar para cada situación de vuelo anómala, serán diferentes según el tipo de aeronave con la que opere y, por lo tanto, deberá verificar el procedimiento de actuación de acuerdo a las indicaciones del fabricante del UAS dadas en sus instrucciones. En general, estos son los procedimientos a seguir para los fallos indicados anteriormente:

- **En caso de pérdida o degradación del enlace de mando y control**, el piloto deberá tratar de recuperarlo mediante los siguientes métodos:
  1. Acercarse a la aeronave con la unidad de mando.
  2. Activar la función de vuelta a casa («RTH», por sus siglas en inglés de «Return To Home»), si el UAS cuenta con ello.
  3. Apagar y encender la aplicación con la que se controla la aeronave y el control remoto, para activar de forma automática la función de vuelta a casa (RTH).
- **En caso de pérdida o degradación de la señal GNSS**, el piloto a distancia deberá activar el modo manual y aterrizar la aeronave. En tierra se debe verificar el funcionamiento del sistema y se deberá reparar si fuera necesario.
- **En caso de pérdida o degradación de un sensor**, el piloto deberá activar el modo manual y hará volver a la aeronave no tripulada al punto de despegue. En tierra se debe verificar el funcionamiento del sistema y se deberá reparar si fuera necesario.
- **Previo al vuelo es preciso definir un área alternativa para un aterrizaje de emergencia** cerca del área de operación, y en caso de daño de baterías, hélices, motor o en caso de que la maniobrabilidad del equipo se vea seriamente comprometida, se realizará un aterrizaje de emergencia en esa ubicación, o si no es posible en la ubicación más cercana y adecuada.





## PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES POSTERIORES AL VUELO

Los procedimientos que se deben realizar una vez se haya concluido el vuelo con UAS incluyen los registros de la operación y el mantenimiento del UAS.

### Registros de la operación

Una vez se ha finalizado la operación, el piloto debe anotar en el **registro de vuelos** de la aeronave toda la información relevante del vuelo, especialmente las horas de vuelo del mismo. De esta forma se tiene un control sobre el estado global de la aeronave y las horas totales de vuelo, de cara a realizar el mantenimiento necesario.

### Mantenimiento del UAS

Una vez se ha finalizado la operación, el piloto debe:

- Realizar una **revisión exterior** del equipo para detectar posibles daños o deterioros producidos durante el vuelo. Se recomienda el uso de listas de verificación.
- Si durante el vuelo se ha producido un error en alguno de los sistemas del UAS, deberá realizar el **mantenimiento oportuno**, y anotar la incidencia en el registro.
- Además, el operador, teniendo en cuenta los registros de vuelo, deberá realizar periódicamente el mantenimiento necesario según indiquen las instrucciones facilitadas por el fabricante del UAS.

# SOLICITUD EXAMEN CATEGORÍA ABIERTA A1/A3

Una vez estudiada toda la materia, llega el momento de realizar el examen. Recordad que para cada solicitud tendréis dos intentos y para la realización de cada uno de ellos tendréis 40 minutos.

## Pasos previos a la solicitud:

1. Tener certificado digital
2. Instalar la aplicación autofirma

## Pasos para realizar la solicitud:

3. Abrimos el enlace:

<https://www.seguridadaerea.gob.es/es/ambitos/drones/formacion-de-pilotos-a-distancia-de-uas-drones>

4. Enlace al trámite
5. Trámite online
6. Rellenar el formulario con los datos personales y de contacto. Importante que confirméis bien el email, ahí os llegarán las credenciales para acceder al examen.
7. Subir información en caso de ser o necesitar un representante.
8. Aceptamos las cláusulas RGPD
9. Presentar solicitud
10. Firmar con autofirma
11. Comprobamos que la solicitud tiene el estado de "admisión"
12. Estamos atentos a nuestro email hasta recibir las credenciales por parte de AESA:

**De:** Admin Formación AESA (vía AESA. Formación) <noreply@seguridadaerea.es>  
**Enviado:**  
**Para:**  
**Asunto:** Formación Agencia Estatal Seguridad Aérea: Cuenta de nuevo usuario

Hola,

Se le ha abierto una nueva cuenta en 'Formación Agencia Estatal Seguridad Aérea' y se le ha asignado una nueva contraseña temporal.

La información para entrar es:  
nombre de usuario:  
contraseña: :  
(deberá cambiar su contraseña cuando acceda por primera vez)

Para comenzar a usar 'Formación Agencia Estatal Seguridad Aérea', entre en  
<https://sede.seguridadaerea.gob.es/formacion/login/?lang=es>

En la mayoría de programas de correo electrónico, debería aparecer en forma de enlace azul sobre el que simplemente puede hacer clic. Si eso no funciona, copie y pegue la dirección en la barra de direcciones del navegador.

Un saludo del administrador de 'Formación Agencia Estatal Seguridad Aérea',

Para consultas acerca del procedimiento o incidencia informática, puede utilizar el siguiente enlace:  
<https://www.seguridadaerea.gob.es/es/consultas>