



MATERIAL ORIENTATIVO RELATIVO A LA CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DEL UAS. CATEGORÍA ESPECÍFICA BAJO REGIMEN DE AUTORIZACIÓN. Revisión 1 (09/09/2021)

1. INTRODUCCIÓN

El Reglamento de Ejecución 2019/947 establece nuevos tipos de operación y requisitos de control de los UAS, por lo que, para operar en determinadas categorías, se hace necesario establecer metodología y documentación que permita comprobar el cumplimiento de dichos requisitos.

Para ello, con objeto de garantizar que elementos importantes como la propia operación, la fabricación o el mantenimiento se realizan en las condiciones exigibles de seguridad, aparece el concepto caracterización técnica de los UAS entre los requisitos para realizar operaciones en categoría específica.

2. OBJETO

El objeto del presente documento es establecer contenidos mínimos y aceptables de la caracterización técnica de UAS, así como las características correspondientes a sus componentes, con el fin de verificar el cumplimiento de la normativa aplicable. La tabla del apartado 5 recopila la información técnica del UAS y sus sistemas de apoyo para cumplir con los requisitos de los objetivos de seguridad operacional (OSOs) de la metodología SORA.

3. ALCANCE

Este documento es aplicable a UAS que se vayan a emplear en la categoría específica según lo establecido en el Reglamento de Ejecución (UE) 2019/947 y cuya operación requiera una autorización operacional previa por parte de la autoridad.

4. NORMATIVA APLICABLE

- Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947
 - *Anexo A de AMC1 al artículo 11.*
 - *A2 Guidance for the collection and presentation of technical relevant information*
- Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part-UAS
 - *GM1 UAS.SPEC.030(2) Application for an operational authorisation*
 - *Application form for the operational authorisation*

5. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DEL UAS

La lista presentada a continuación es una guía general sugerida de los elementos que podrían ser relevantes para la caracterización del UAS. No obstante, los elementos que se incluyen podrían diferir dependiendo del UAS específico utilizado en el ConOps así como de la propia operación. En cualquier caso, deberá contemplarse en el documento de caracterización técnica del UAS el nivel de detalle necesario para la justificación de los objetivos de seguridad operacional requeridos para las operaciones pretendidas con dicha aeronave, añadiendo o eliminando los elementos que sean oportunos de la siguiente lista.

CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DEL UAS
<p>1. Segmento de aeronave no tripulada (UA)</p> <p>Al inicio de este apartado se deberían incluir los siguientes datos generales del UA:</p> <ul style="list-style-type: none">(a) Fabricante y modelo(b) Número de serie y/o matrícula(c) Tipo de aeronave (avión, helicóptero, multirroto, dirigible, etc.)(d) Identificación de clase (si la posee, C0, C1, C2...)(e) Certificado de aeronavegabilidad o verificación de diseño emitida por EASA (si aplica)(f) Indicar si se utiliza para vuelo en enjambre, y en caso afirmativo como una descripción de la composición y funcionamiento de este.
<p>1.1 Fuselaje</p> <ul style="list-style-type: none">(a) Una descripción detallada de las características físicas del UA (masa, centro de masas, dimensiones, etc.), incluyendo fotografías, diagramas y esquemas, si procede para sustentar la descripción del UA.<ul style="list-style-type: none">(1) Dimensiones: para UA de ala fija, la envergadura, la longitud del fuselaje, el diámetro del cuerpo, etc.; para UA de ala rotatoria, la longitud, la anchura y la altura, el diámetro de la hélice, etc.;(2) Masa: todas las masas relevantes como la masa en vacío, MTOM, , carga de pago, etc.; y(3) Centro de gravedad: el centro de gravedad y sus límites si fuera necesario.(b) Materiales: los principales materiales utilizados y dónde se utilizan en el UA, destacando en particular los nuevos materiales (nuevas aleaciones metálicas o composites) o combinaciones de materiales (composites 'a medida' de los diseños).(c) Límites de carga: la capacidad de la estructura del fuselaje para soportar los límites de carga de vuelo esperados.(d) Subsistemas: descripción detallada de cualquier subsistema abordo como el sistema hidráulico, el sistema de control ambiental, paracaídas, frenos, sistema eléctrico, tren de aterrizaje, elementos de visibilidad (pintura o luces de navegación, visibilidad, vuelo nocturno, indicadores de control, modos de vuelo, alerta, ...), etc.
<p>1.2 Características de rendimiento de UA</p> <ul style="list-style-type: none">(a) la actuación del UA dentro de la envolvente de vuelo propuesta, abordando específicamente al menos los siguientes elementos:<ul style="list-style-type: none">(1) Rendimiento:

- (i) altitud máxima;
- (ii) máxima autonomía;
- (iii) alcance máximo;
- (iv) velocidad máxima de ascenso;
- (v) velocidad máxima de descenso;
- (vi) ángulo de inclinación máximo; y
- (vii) límites de velocidad de giro.

(2) Velocidades:

- (i) la velocidad más lenta alcanzable;
- (ii) velocidad de pérdida (si aplica);
- (iii) velocidad de crucero nominal;
- (iv) velocidad máxima de crucero; y
- (v) velocidad que no se debe exceder.

(b) Cualquier limitación de rendimiento debida a condiciones ambientales y meteorológicas, que aborden específicamente los siguientes elementos:

- (1) limitaciones de velocidad del viento (viento en contra, viento cruzado, ráfagas);
- (2) restricciones de turbulencia;
- (3) resistencia o sensibilidades a la lluvia, el granizo, la nieve o las cenizas;
- (4) las condiciones mínimas de visibilidad, si procede;
- (5) límites de temperatura del aire exterior (OAT); y
- (6) Formación de hielo en vuelo:
 - (i) si el entorno operativo propuesto incluye operaciones en condiciones de formación de hielo;
 - (ii) si el sistema tiene capacidad de detección de engelamiento y, de ser así, qué indicaciones, si las hay, proporciona el sistema al piloto remoto y / o cómo responde el sistema; y
 - (iii) cualquier capacidad de protección contra la formación de hielo del UA, incluidos los datos de prueba que demuestren el rendimiento del sistema de protección contra la formación de hielo.

1.3 Sistema de propulsión

(a) Principio de propulsión

Descripción del sistema de propulsión y su capacidad para proporcionar potencia confiable y suficiente para despegar, ascender y mantener el vuelo a las altitudes esperadas de la misión.

(b) Sistemas de propulsión alimentados por combustible

- (1) El tipo (fabricante y modelo) de motor que se utiliza;
- (2) Cuántos motores están instalados;
- (3) El tipo y la capacidad de combustible que se utiliza;
- (4) Cómo se monitorea las prestaciones del motor;
- (5) Los indicadores de estado, alertas (como advertencia, precaución y avisos), mensajes que se proporcionan al piloto remoto;

- (6) Una descripción de los modos/condiciones de fallo más críticos relacionados con la propulsión y su impacto en el funcionamiento del sistema;
- (7) Cómo responde el UA y las salvaguardas que existen para mitigar el riesgo de una pérdida de potencia del motor para cada uno de los siguientes casos:
 - (i) falta de combustible;
 - (ii) contaminación de combustible;
 - (iii) entrada de señal fallida desde la estación de piloto remoto (RPS); y
 - (iv) fallo del controlador del motor;
- (8) Las capacidades de reinicio en vuelo del motor, si aplica, y si es así, una descripción de las características manuales y/o automáticas de esta capacidad;
- (9) El sistema de combustible y cómo permite un control adecuado del suministro de combustible al motor, y proporciona a la tripulación la determinación del combustible restante. Esto incluye un diagrama de nivel del sistema que muestra la ubicación del sistema en el UA y la ruta del flujo de combustible; y
- (10) En el caso de que sea de aplicación, cómo está diseñado el sistema de combustible en términos de seguridad (detección y extinción de incendios, reducción de riesgo en caso de impacto, prevención de fugas, etc.)
- (11) Descripción de los elementos propulsores que se monten (hélices, rotores, etc.), así como su marca y modelo.

(c) Sistemas de propulsión eléctricos

- (1) Una descripción de alto nivel de la arquitectura de distribución eléctrica, incluidos elementos como reguladores, interruptores, buses y convertidores, según sea necesario;
- (2) El tipo de motor que se utiliza;
- (3) La cantidad de motores que están instalados;
- (4) La salida de potencia continua máxima del motor en vatios;
- (5) La salida de potencia máxima del motor en vatios;
- (6) El rango de corriente del motor en amperios;
- (7) Si el sistema de propulsión tiene una fuente eléctrica separada y, en caso contrario, cómo se gestiona la energía con respecto a los otros sistemas de la UA;
- (8) Una descripción del sistema eléctrico y cómo distribuye la energía adecuada para cumplir con los requisitos de los sistemas que la reciben. Esto debería incluir un diagrama de nivel del sistema que muestre la distribución de energía eléctrica en toda la UA;
- (9) Cómo se genera la energía a bordo de la UA (por ejemplo, generadores, alternadores, baterías).
- (10) Si se utiliza una fuente de energía de duración limitada, como baterías, la vida útil de la fuente de energía durante condiciones normales y de emergencia, y cómo se determinó;
- (11) Cómo se proporciona la información sobre el estado de la batería y la capacidad restante de la batería al piloto remoto o al sistema de vigilancia;
- (12) Si está disponible, una descripción de la(s) fuente(s) de energía de respaldo para usar en caso de una pérdida de la fuente de energía primaria. Esto debe incluir:
 - (i) los sistemas que se alimentan durante la operación de energía de respaldo;
 - (ii) una descripción de cualquier desconexión de carga automático o manual; y

- (iii) cuánto tiempo de funcionamiento proporciona la fuente de energía de respaldo, incluidas las suposiciones utilizadas para hacer esta determinación;
 - (13) Cómo se monitorea el desempeño del sistema de propulsión;
 - (14) Los indicadores de estado y los mensajes de alerta (como advertencia, precaución y advertencia) que se proporcionan al piloto remoto;
 - (15) Una descripción de los modos/condiciones de fallo más críticos relacionados con la propulsión y su impacto en el funcionamiento del sistema;
 - (16) Cómo responde el UA y las salvaguardas que existen para mitigar el riesgo de una pérdida del sistema de propulsión para cada uno de los siguientes casos:
 - (i) Carga de batería baja;
 - (ii) Una entrada de señal fallida del RPS; y
 - (iii) Un fallo del controlador del motor;
 - (17) Si el motor tiene capacidad de reinicio en vuelo, una descripción de las características manuales y/o automáticas de esta capacidad.
 - (11) Descripción de los elementos propulsores que se monten (hélices, rotores, etc.), así como su marca y modelo.
- (d) Otros sistemas de propulsión
Descripción de estos sistemas (híbridos, etc.) con un nivel de detalle equivalente a las secciones anteriores de propulsión eléctrica y de combustible.

1.4 Superficies de control de vuelo y actuadores

- (a) Una descripción del diseño y funcionamiento de las superficies de control de vuelo y los servos/actuadores, incluido un diagrama que muestre la ubicación de las superficies de control y los servos/actuadores;
- (b) Una descripción de los posibles modos de fallo y las mitigaciones correspondientes;
- (c) Cómo responde el sistema a un fallo de servo/actuador; y
- (d) Cómo se alerta al sistema de control remoto o al piloto remoto de un mal funcionamiento del servo/actuador.

1.5 Sensores

Describir el equipo sensor que no forma parte de la carga útil a bordo del UA, así como su función.

1.6 Cargas útiles

Describir el equipo de carga útil a bordo del UA y su anclaje al mismo, incluidas todas las configuraciones de carga útil que cambian significativamente el peso y el equilibrio, las cargas eléctricas o la dinámica de vuelo.

2. Segmento de control de UAS

2.1 General

Un diagrama de la arquitectura general del sistema de la arquitectura de aviónica, incluida la ubicación de todos los sensores de datos de aire, antenas, radios y equipos de navegación. Una descripción de cualquier sistema redundante, si está disponible.

2.2 Navegación

- (a) Cómo determina el UAS su ubicación;
- (b) Cómo navega el UAS hacia su destino previsto;
- (c) Cómo responde el piloto remoto a las instrucciones y/o comunicaciones de:
 - (1) Control de tráfico aéreo y/o personal AFIS y/o otras aeronaves;
 - (2) observadores de UA u observador del espacio aéreo (VO) (si aplica); y
 - (3) otros miembros de la tripulación (si aplica);
- (d) Los procedimientos para probar el sistema de navegación altimétrico (posición, altitud);
- (e) Cómo el sistema identifica y responde a una pérdida del medio principal de navegación;
- (f) Una descripción de cualquier medio de navegación de respaldo; y
- (g) Cómo responde el sistema a una pérdida de los medios de navegación secundarios, si están disponibles.

2.3 Piloto automático

- (a) En el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, cómo se desarrolló el sistema de piloto automático y la industria o los estándares regulatorios que se utilizaron en el proceso de desarrollo.
- (b) Si el piloto automático es un producto comercial listo para usar (COTS), el tipo/diseño y la organización de producción, y en el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, los criterios que se utilizaron para seleccionar el piloto automático COTS.
- (c) En el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, los procedimientos utilizados para instalar el piloto automático y cómo se verifica su correcta instalación, con referencias a cualquier documento o procedimiento proporcionado por la organización del fabricante y/o desarrollado por la organización del operador del UAS.
- (d) Si el piloto automático emplea parámetros de límite de entrada para mantener la aeronave dentro de límites definidos (estructural, rendimiento, envolvente de vuelo, etc.), una lista de esos límites y, en el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, una descripción de cómo se definieron y validaron estos límites.
- (e) En el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, el tipo de prueba y validación que se realizó (simulaciones de software en el bucle (SITL) y hardware en el bucle (HITL))

2.4 Sistema de control de vuelo

- (a) Cómo responden las superficies de control (si las hay) a los comandos de la computadora de control de vuelo/piloto automático.
- (b) Una descripción de los modos de vuelo (es decir, manual, estabilidad artificial, automático, autónomo).
- (c) Computadora de control de vuelo/piloto automático:
 - (1) Si hay controles auxiliares, cómo la computadora de control de vuelo interactúa con los controles auxiliares y cómo están protegidos contra la activación involuntaria.
 - (2) Una descripción de las interfaces de la computadora de control de vuelo necesarias para determinar el estado del vuelo y emitir los comandos apropiados.

(3) El sistema operativo en el que se basan los controles de vuelo.

2.5 Estación de pilotaje remoto (RPS)

- (a) Una descripción o un diagrama de la configuración de RPS, incluidas las capturas de pantalla de las pantallas de la estación de control.
- (b) Con qué precisión el piloto remoto puede determinar la actitud, altitud (o altura) y posición del UA.
- (c) En el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, la precisión de la transmisión de parámetros críticos a otros usuarios del espacio aéreo/control de tráfico aéreo (ATC)/Servicio de información de vuelo de aeródromo (AFIS).
- (d) Los comandos críticos que se protegen de la activación involuntaria y cómo se logra (por ejemplo, hay un proceso de dos pasos para ordenar "apagar el motor"). Los tipos de entrada inadvertida que el piloto remoto podría ingresar para causar un resultado no deseado (por ejemplo, golpear accidentalmente el control del 'motor de apagado' en vuelo).
- (e) Cualquier otro programa que se ejecute simultáneamente en la computadora de control en tierra y, si los hubiera, las medidas de precaución que se utilizan para garantizar que el procesamiento crítico para el vuelo no se vea afectado negativamente.
- (f) Las disposiciones que se establecen contra el bloqueo de una interfaz o una pantalla del RPS.
- (g) Las alertas (como advertencia, precaución y avisos) que el sistema proporciona al piloto remoto (por ejemplo, bajo nivel de combustible o batería, falla de sistemas críticos u operación fuera de control).
- (h) Una descripción de los medios para proporcionar energía a la RPS y las redundancias, si las hubiera.

2.6 Sistema de detección y evasión (DAA)

- (a) Evasión de conflictos de aeronaves colaborativa
 - (1) Una descripción del sistema/equipo que está instalado para evitar conflictos de forma colaborativa (por ejemplo, SSR, TCAS, ADS-B, FLARM, etc.).
 - (2) Si el equipo está calificado, detalles de la calificación detallada al estándar respectivo.
 - (3) Si el equipo no está calificado, los criterios que se utilizaron para seleccionar el sistema.
- (b) Evasión de conflictos no colaborativa:

Una descripción del equipo que está instalado (por ejemplo, basado en visión, datos PSR, LIDAR, etc.).
- (c) Evitación de conflictos de obstáculos

Una descripción del sistema/equipo que está instalado, si lo hay, para evitar colisiones con obstáculos.
- (d) Evasión de condiciones climáticas adversas

Una descripción del sistema/equipo que está instalado, si lo hay, para evitar condiciones climáticas adversas.
- (e) Estándar
 - (1) Si el equipo está calificado, una lista de la calificación detallada al estándar respectivo.
 - (2) Si el equipo no está calificado, los criterios que se utilizaron para seleccionar el sistema.
- (f) Una descripción de cualquier interfaz entre el sistema para evitar conflictos y la computadora

de control de vuelo.

- (g) Una descripción de los principios que rigen el sistema DAA instalado.
- (h) Una descripción de la función del piloto a distancia o cualquier otra tripulación remota en el sistema DAA.
- (i) Una descripción de las limitaciones conocidas del sistema DAA.

3. Sistema de contención (Geo-awareness, Geo-fencing y/o Geocaging)

- (a) Descripción de los principios del sistema/equipo utilizado para realizar funciones de contención para:
 - (1) evitar áreas o volúmenes específicos; o
 - (2) confinamiento en un área o volumen determinado.
- (b) La información del sistema y, si corresponde, la evidencia de respaldo que demuestre la confiabilidad del sistema de contención.

4. Segmento de equipos de apoyo en tierra (GSE)

- (a) Una descripción (marca, modelo, funcionamiento, etc.) de todo el equipo de apoyo que se utiliza en tierra, como sistemas de lanzamiento o recuperación, sistemas de anclaje/cautivo, generadores y fuentes de alimentación.
- (b) Una descripción del equipo estándar disponible y el equipo de emergencia o de respaldo.
- (c) Una descripción de cómo se transporta el UAS por tierra.

5. Segmento de enlace de mando y control (C2)

- (a) La(s) norma(s) con las que cumple el sistema.
- (b) Un diagrama detallado que muestra la arquitectura del sistema del enlace C2, incluidos los flujos de información o datos y el rendimiento del subsistema, y los valores de las tasas de datos y latencias, si se conocen.
- (c) Una descripción de los enlaces de control que conectan el UA con el RPS y cualquier otro sistema o infraestructura terrestre, si corresponde, que aborde específicamente los siguientes elementos:
 - (1) El espectro que se utilizará para el enlace de control y cómo se ha coordinado el uso de este espectro. Si no se requiere la aprobación del espectro, la regulación que se utilizó para autorizar la frecuencia.
 - (2) El tipo de procesamiento de señales y/o seguridad de enlace (es decir, encriptación) que se emplea.
 - (3) El margen del enlace de datos en términos del ancho de banda total del enlace a la distancia máxima anticipada del RPS y cómo se determinó, en el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido.
 - (4) Si hay un indicador de intensidad y/o salud de la señal de radio o una pantalla similar para el piloto remoto, cómo se determinaron la intensidad de la señal y los valores de salud, y, en el caso de ser esta información necesaria por el nivel de robustez requerido, los valores de umbral que representan una señal críticamente degradada.
 - (5) Si el sistema emplea enlaces de control redundantes y/o independientes, cómo de diferente es el diseño y los posibles modos de fallo comunes.
 - (6) Para los enlaces por satélite, una estimación de las latencias asociadas con el uso del enlace

por satélite para el control de aeronaves y para las comunicaciones de control de tráfico aéreo.

- (7) Las características de diseño que previenen o mitigan la pérdida del enlace de datos debido a:
- (i) RF u otras interferencias;
 - (ii) vuelo más allá del alcance de las comunicaciones;
 - (iii) enmascaramiento de la antena (durante los giros y/o en ángulos de actitud elevados);
 - (iv) una pérdida de funcionalidad del RPS;
 - (v) una pérdida de funcionalidad de la UA; y
 - (vi) atenuación atmosférica, incluida la precipitación.

6. Degradación del enlace C2

Descripción de las funciones del sistema en caso de degradación del enlace C2:

- (a) Si el estado de degradación del enlace C2 está disponible y en qué forma (por ejemplo, mensajes automáticos, críticos, degradados).
- (b) Cómo se anuncia al piloto remoto el estado de la degradación del enlace C2 (por ejemplo, visual, háptico o sonoro).
Una descripción de los procedimientos de contingencia asociados.
- (c) Otro.

7. Pérdida de enlace C2

- (a) Las condiciones que podrían provocar la pérdida del enlace C2.
- (b) Las medidas en caso de pérdida del enlace C2.
- (c) Una descripción de las alertas auditivas y visuales claras y distintas al piloto remoto en caso de pérdida de enlace.
- (d) Una descripción de la estrategia establecida para la pérdida de enlace presentada en el manual de operación del UAS, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de emergencia.
- (e) Una descripción de cómo se usa el sistema de geo-conciencia o geo-fencing en este caso, si está disponible.
- (f) La estrategia de pérdida de enlace y, si se incorpora, el proceso de readquisición para intentar restablecer el enlace en un tiempo razonablemente corto.

8. Características de seguridad

- (a) Descripción de los modos de fallo único y su(s) modo(s) de recuperación, si corresponde.
- (b) Descripción de la capacidad de recuperación de emergencia para prevenir riesgos para terceros.
Por lo general, consiste en:
 - (1) un sistema de terminación de vuelo (FTS), procedimiento o función que tiene como objetivo finalizar inmediatamente el vuelo; o
 - (2) un sistema de recuperación automática (ARS) que se implementa a través de la tripulación al mando del UAS o por los sistemas a bordo. Esto puede incluir un curso de acción automático preprogramado para llegar a un área de aterrizaje forzoso predefinida y despoblada; o
 - (3) cualquier combinación de los anteriores u otros métodos.
- (c) El solicitante debería proporcionar un diagrama funcional y físico del sistema de UA global con una

descripción clara de sus componentes constituyentes y, cuando corresponda, una indicación de sus características peculiares (por ejemplo, fuentes de alimentación independientes, redundancias, etc.)

9. Sistema de identificación a distancia

- (a) Descripción del sistema de identificación a distancia que equipa el UAS, si corresponde, indicando si trata de un sistema de identificación directo y/o en red.
- (b) Indicación de la marca y modelos de los equipos, así como sus características técnicas.